

Tugas Akhir
(KS. 1701)

**"SISTIM PENGATURAN UDARA SECARA
OTOMATIS DENGAN MENGGUNAKAN KOMPUTER
PADA RUANG MUAT KAPAL CARGO
(BULK CARRIER)"**



RSSP
G23 853
Mud
S-1
2000

Disusun oleh :

URIP MUDJIONO

NRP. 42 97 100 502

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2000**

Rp. 30.000 -

PERPUSTAKAAN	1/12/2000
	41

Tugas Akhir
(KS.1701)

**“ SISTIM PENGATURAN UDARA SECARA
OTOMATIS DENGAN MENGGUNAKAN KOMPUTER
PADA RUANG MUAT KAPAL CARGO
(BULK CARRIER)”**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan untuk Meraih
Gelar Sarjana Teknik
Pada
Jurusan Teknik Sistim Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

Surabaya, 09 Pebruari 2000

Mengetahui / Menyetujui :

Dosen Pembimbing I



IR.SARDONO SARWITO MSc.
NIP. 131 651 255

Dosen Pembimbing II



IR. MADE ARIANA
NIP. 132 133 971

SURABAYA

2000



FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN - ITS
JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

KAMPUS ITS KEPUTIH-SUKOLILO, SURABAYA 60111
TELP. 599 4754, 599 4251 s/d 55 PES 1102 FAX 599 4754


TUGAS AKHIR NE 1701

Nama : Ir. Sudjiono.
Nrp. : 131 051 100 502
Dosen Pembimbing : Ir. Sardono Marwito, T.Sc
Tanggal Tugas Diberikan : September 1999
Tanggal Tugas Diselesaikan : Januari 1999
Judul Tugas Akhir :
Sistem KONTROLAN DERAJAT Tegara Otomatis dengan Komputer pada Ruang
Mesin Kapal (MMS - MMS - 1)

Dosen Pembimbing,


Sardono Marwito,
NIP. 131 051 295

Mahasiswa,


Ir. Sudjiono.
NRP. 131 051 100 502

Surabaya, 26-10-1999.

Ketua Jurusan,



DR. Ir. A.A. Masroeri, M.Eng.
NIP. 131 407 591



LEMBAR EVALUASI PRESENTASI PROPOSAL (P-1) TUGAS AKHIR

Setelah membaca, menimbang dan mempelajari Presentasi Proposal Tugas Akhir yang dilaksanakan oleh:

Nama / NRP : CIRIP MUDJIONO / 99-502

Judul Proposal : Perancangan & Pembuatan alat pengukur suhu 2
kehidupan - - - - -

Maka Tim Dosen Penilai memutuskan bahwa proposal TA tersebut di atas :

- A. Diterima tanpa perbaikan.
- ☒ B. Diterima dengan perbaikan / syarat.
- C. Tidak diterima

Untuk itu diusulkan calon Dosen Pembimbing sebagai berikut :

1. k. Sardonio S. 2. k. Made Ariona

Catatan / Perbaikan mengenai Proposal Tugas Akhir tersebut adalah sebagai berikut (bila diperlukan, dapat dilanjutkan pada halaman kosong dibalik) :

- 1). Judul diperbaiki
- 2). Konsultasi dengan Dosen Pembimbing

Surabaya

Menyetujui Tim Dosen Penilai :

Nama	
1. Wj. Cingga	(Ketua Tim)
2. AA. Masruri	(Anggota)
3. Made A.	(Anggota)
4. AB. Dinariswara	(Anggota)
5. Anis H.	(Anggota)
6.	(Anggota)

Tanda-Tangan	
1.	2.
3.	4.
5.	6.

Tanda tangan mahasiswa



LEMBAR EVALUASI PRESENTASI INTERIM (P-2) TUGAS AKHIR

elah membaca, menimbang dan mempelajari Presentasi II Tugas Akhir yang dilaksanakan oleh:

na / NRP : URIP MUYI ONO
ul Tugas Akhir : Sistem pengaturuan udara secara otomatis dengan komputer pd Ruang Muat Kapal (Pauli Corra)

en Pembimbing : 1) Ir. Sardon
2) Ir. Made Arano

ka Tim Dosen memutuskan mahasiswa tersebut di atas :

angsung mengikuti Presentasi Akhir Istimewa (P-3+) pada tanggal 03/12/1999

Melanjutkan penulisan TA dan mengikuti Presentasi Akhir Reguler (P-3) pada tanggal 05/02/2000

Melanjutkan penulisan TA dan mengikuti Presentasi Interim (P-2) pada semester berikutnya

Membatalkan penulisan Tugas Akhir tersebut.

hal yang perlu diperbaiki dalam Tugas Akhir tersebut adalah: (bila dipertukan, dapat dilanjutkan pada aman kosong dibalik)

baya,
etujui Tim Dosen Penilai :

a
Tanda Tangan
Sardon (Ketua Tim)
Anggota
Anggota
Anggota
Anggota
Anggota

Tanda Tangan
1. Sardon
2. Ym
3. Ym
4. Ym
5. Ym
6. Ym
7. Ym

Tanda Tangan Mahasiswa

lin urdado

LEMBAR KEMAJUAN Pengerjaan Tugas Akhir (TN 1701)

Nama : Urip Indjiono.
NRP : 42 97 130 502
Judul Tugas Akhir : SISTEM PENGATURAN UDARA SECARA OTOMATIS
DENGAN KOMPUTER PADA RUANG MUAT KAPAL
(BULK CARRIER)
Dosen Pembimbing : 1) Ir. Sardonio Darwito, M.Sc.
2) Ir. Made Ariana.

No.	Tanggal	Kegiatan	Paraf Dosen
1.	14/10/99	Revisi judul tugas akhir	
2.	18/10/99	Pengumpulan program simulasi komputer	
3.	2/11/99	Sistem Pengaturan Udara dari kapal	
4.	4/11/99	Diagram Kiri-komputer di komputer	
5.	5/11/99	Interface PPI 8255 port Kotak	
6.	12/11/99	Program elektronika di komputer	
7.	10/01/2000	Program kontrol dan simulasi	
8.	15/01/2000	Pengumpulan sistem program	
9.	20/01/2000	Kontrol otomatis pada sistem pengendalian	
10.	25/01/2000	Program komputer foto buku port	
11.	26/01/2000	Sistem pada kapal ruang muat	
12.	29/01/2000	Pembuat simulasi komputer hold	
13.	01/02/2000	Pembuat moduloh tugas akhir	
14.	03/02/2000	Revisi pembuat moduloh tugas akhir	

Catatan:

1. Mahasiswa siap / tidak siap / dibatalkan *) untuk diujikan.
2. Catatan lain yang dianggap perlu :

Dosen Pembimbing

Surabaya, 26 10 - 1999.
Dosen Pembimbing,

*) coret yang tidak perlu

Ir. Made Ariana
NIP. 132 133 571

Sardonio Darwito, M.Sc.
NIP. 131 651 255

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat, karunia serta hidayah-Nya kepada kami, sehingga kami dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini yang berjudul :

" SISTIM PENGATURAN UDARA SECARA OTOMATIS DENGAN MENGGUNAKAN KOMPUTER PADA RUANG MUAT KAPAL CARGO (BULK CARRIER)"

Tugas akhir ini kami susun dalam rangka memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan study untuk kelulusan pada Jurusan Teknik Sistim Perkapalan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penyelesaian Tugas akhir ini dilakukan dengan perencanaan dan pembuatan sistim kontrol berdasarkan teori yang dapat dari bangku kuliah, studi literatur, bimbingan dosen pembimbing dan pihak lain yang telah memberikan bantuan dan dorongan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Kami menyadari di dalam pengerjaan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan kelemahan. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat kami harapkan demi kesempurnaan penulisan tugas akhir ini.

Semoga penulisan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua dan perkembangan teknologi maritim pada khususnya.

Surabaya, 06 Pebruari 2000

Penyusun,

UCAPAN TERIMA KASIH

Syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT atas rahmat, karunia dan hidayah-Nya dalam penulisan Tugas Akhir ini, semoga shalawat serta doa kami panjatkan kepada junjungan kami Nabi Muhammad SAW, dan tak lupa pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada :

1. Kedua Orang Tua kami, atas segala doa, dorongan dan dukungan material yang tak terhingga.
2. Bapak IR. SARDONO SARWITO MSc. selaku Dosen Pembimbing dan atas bimbingan, arahan, serta bantuannya.
3. Bapak IR. MADE ARIANA selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan sarannya.
4. Bapak DR. IR. MASROERI M.ENG selaku Ketua Jurusan Teknik Sistim Perkapalan atas perhatian dan sarannya.
5. Bapak Dosen, Karyawan Fakultas Teknologi Kelautan Jurusan Teknik Sistim Perkapalan ITS Surabaya.
6. Bapak IR. LILIK SUBIANTO selaku Pembimbing pengerjaan dan pengujian alat kontrol di Lab. Kontrol dan Elektronika.

Dan untuk semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung, sekali lagi kami ucapkan terima kasih yang tulus dan tak terhingga.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	Halaman
Abstrak	i
Kata Pengantar	ii
Ucapan Terima Kasih	iii
Daftar Gambar	iv
Daftar Tabel	v
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	2
1.3 Permasalahan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika dan Pembahasan	4
BAB II PSIKROMETRI DAN SISTIM PENGATURA UDARA	
2.1 Udara	6
2.1.1 Komposisi Udara	6
2.1.2 Diagram Psikrometri dan sifat udara basah	6
2.2 Proses Pengkondisian Udara	11
2.2.1 Pemanasan udara lembab	11
2.2.2 Pendinginan udara lembab	11
2.2.3 Pencampuran Adiabatik dari dua aliran udara lembab	12
2.2.4 Pencampuran dua udara lembab dengan air yang diinjeksikan	12

2.2.5	Penyerapan panas dan kandungan air oleh udara lembab	13
2.3	Cargo cair silical gel plant	14
2.4	Pengoperasian sistem	15

BAB III PIRANTI ELEKTRONIKA DAN RANGKAIAN SENSOR

3.1	Piranti Elektronika	18
3.1.1	Resistor	18
3.1.1.1	Pelawan Seri	19
3.1.1.2	Pelawan Paralel	20
3.1.2	Kondensator	20
3.1.3	Diode Semikonduktor	21
3.1.3.1	Sifat Diode Silikon	22
3.1.3.2	Sifat Diode Germanium	22
3.1.4	Transistor Pertemuan	23
3.1.4.1	Transistor sebagai saklar	24
3.1.5	Operasi Amplifier (OP Amp)	25
3.1.5.1	Inverting Feed Back	25
3.1.5.2	Non Inverting Feed Back	26
3.2	Rangkaian Sensor	26
3.2.1	Rangkaian Sensor Suhu	26
3.2.2	Rangkaian Sensor Kelembaban	27

BAB IV PROGRAMABLE PERIPHERAL INTERFACE (PPI)

4.1	Mikroprosesor hardware	30
4.1.1	Fungsi Pin Pin mikroprosesor	30

4.2	Alur kerja	32
4.3	Slot Personal Computer	33
4.4	Teknik Pengkondisian Alamat	35
4.5	Decoder	35
4.6	Teknik Pembulenan	35
4.7	Programable Peripheral Interface (PPI) 8255	36
4.7.1	Hub pin pin 8255 dengan sistim komputer	37
4.7.2	Control word 8255	38
4.8	Analog to Digital Converter (ADC) 0808	38
4.9	Fungsi pin ADC 0808	40
4.10	Rangkaian Pewaktu 555	41
4.11	Rangkaian Interface	42
4.12	Pengujian Peralatan	48
4.13	Pengukuran Peralatan	48

BAB V PERANCANGAN SISTIM PENGATURAN UDARA

5.1	Proses Sistim Pengaturan Udara	55
5.1.1	Pencampuran Adiabatik dari dua aliran udara	57
5.1.2	Penambahan udara kering	59
5.2	Pengontrolan Otomatik Sistim Pengaturan Udara	61
5.3	Bagian kontrol Otomatik	62
5.4	Sistim Pengaturan Katub	64

BAB VI KESIMPULAN DAN PENUTUP

6.1	Kesimpulan	66
6.2	Saran	67

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Faktor kalor sensibel	10
Gambar 3.1	Kode cincin resistor	19
Gambar 3.2	Pelawan seri	19
Gambar 3.3	Pelawan Paralel	20
Gambar 3.4	Dielektrika kapasitor	21
Gambar 3.5	Karakteristik diode	23
Gambar 3.6	Transistor sebagai saklar	24
Gambar 3.7	Inverting feed back	25
Gambar 3.8	Non Inverting feed back	26
Gambar 3.9	Rangkaian Sensor Suhu	27
Gambar 3.10	Rangkaian Sensor Kelembaban	28
Gambar 4.1	ADC 0808	39
Gambar 4.2	Konfigurasi Pewaktu	41
Gambar 4.3	Metode Pengukuran suhu dan tegangan IC LM 35	48
Gambar 4.4	Rangkaian pengukuran IC LM 35	49
Gambar 4.5	Pengukuran Hambatan Pcb	50
Gambar 5.1	Pemanasan menurunkan kelembaban relatif	52
Gambar 5.2	Suatu proses pendinginan dengan kondensasi	53
Gambar 5.3	Penurunan kelembaban (dehumidifikasi)	54
Gambar 5.4	Diagram penurunan kelembaban	54
Gambar 5.5	Pencampuran adiabatik dari dua aliran udara	58
Gambar 5.6	Penyelesaian Skematik Pencampuran Adiabatik	59

Gambar 5.7	Peralatan untuk pemanasan udara lembab	60
Gambar 5.8	Penyelesaian skematik pemanasan udara lembab	61

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Kode warna Resistor	19
Tabel 4.1	Address Decoder ADC 0808	39
Tabel 4.2	Operasi IC 555	42
Tabel 4.3	Hasil Pengukuran Rangkaian sensor Suhu	49
Tabel 4.4	Hasil Pengukuran dan Kesaiahan	50
Tabel 4.5	Hasil Pengukuran Tahanan Sensor Kelembaban	51

ABSTRAK

Sistim pengaturan udara pada ruang muat kapal cargo (bulk carrier) bertujuan untuk mencegah terjadinya kondensasi pada muatan dan konstruksi badan kapal. Pada saat ini pembangunan kapal cargo untuk sistim pengaturan udara ruang muat sebagian besar dipakai dengan sistim ventilasi alam (leher angsa) dan ventilasi mekanik (axial flow fan) sehingga suhu dan kelembaban relatif pada ruang muat tidak dapat diketahui besarnya dengan pasti. Dampak dari pemakaian sistim tersebut sering terjadi kerusakan pada muatan karena terkondensasi dengan uap air pada waktu yang lama dan terjadinya korosi badan kapal. Sistim pengaturan udara pada ruang muat kapal dengan menggunakan transduser suhu dan kelembaban relatif yang dikendalikan oleh programmable peripheral interface (PPI) diharapkan dapat menambah kesempurnaan sistim yang telah ada. Pada sistim dengan programmable peripheral interface (PPI) ini dapat diketahui besarnya suhu dan kelembaban relatif didalam dan diluar ruang muat sehingga dapat diketahui pula dew pointnya.

Untuk mencegah terjadinya kondensasi pada ruang muat diharapkan dew point didalam ruang muat harus lebih rendah atau sama dengan dew point diluar. Sehingga apabila dewpoint udara diluar lebih rendah dari dew point udara dalam ruang muat maka katub ventilasi dibuka dan apabila dew point udara diluar lebih besar dari dew point udara dalam ruang muat maka katub sirkulasi ulang (cargo caire) akan dibuka juga apabila dewpoint udara diluar lebih rendah dari dew point udara dalam ruang muat tetapi temperatur tiba tiba turun drastis maka katub pada saluran udara kering akan membuka. Sehingga sistim dapat terkoordinasi dan bekerja secara otomatis. Pemakain bahasa pascal maka programmable periperal interface (PPI) dapat bekerja secara manual atau otomatis untuk pembukaan dan penutupan katub katub pada saluran udara. Katub yang dipakai pada saluran udara menggunakan katub selenoid dimana katub tersebut akan bekerja membuka bila kumparan elektromagnetnya teraliri arus listrik dan sebaliknya.

BAB I

PENDAHULUAN

LI LATAR BELAKANG

Ilmu pengetahuan dan teknologi terus berkembang dengan pesatnya, seiring dengan berubahnya pola kehidupan manusia baik industri didarat maupun industri maritim. Manusia terus berpacu untuk dapatnya menciptakan peralatan baru yang lebih ringkas dengan banyak fungsi untuk mendukung terciptanya pemenuhan kebutuhan manusia.

Penemuan- penemuan tersebut pada dasarnya untuk memudahkan pekerjaan manusia sesuai yang diinginkan. Terutama dalam industri maritim diperlukan penemuan penemuan baru yang bertujuan untuk menunjang meningkatnya produktifitas dan efisiensi yang terjamin dan handal.

Pada saat ini hampir semua kapal cargo yang dibangun digalangan kapal di Indonesia menggunakan sistim natural (alami) yang berfungsi untuk mengatur kondisi udara pada ruang muat kapal.. Sistim pengaturan ini banyak sekali keterbatasannya.

Dengan latar belakang tersebut maka kami mencoba untuk merancang sistim pengaturan udara pada ruang muat secara otomatis dengan komputer.

Dengan berdasarkan hal tersebut maka kami mengambil judul tugas akhir, yaitu :

“ SISTIM PENGATURAN UDARA SECARA OTOMATIS DENGAN KOMPUTER PADA RUANG MUAT KAPAL CARGO (BULK

CARRIER). " peralatan ini adalah suatu rangkaian kontrol yang mendukung terciptanya pengaturan udara pada ruang muat kapal.

Dengan komputer tersebut akan dapat diketahui *dew point* dari udara dalam ruang muat dan *dewpoint* udara diluar ruang muat. maka dengan mengetahui dew point tersebut dengan menggunakan komputer sebagai perangkat pembantu. dapat dipakai untuk mengerakkan katub katub pada sistim pengaturan udara pada ruang muat kapal.

Diharapkan kondisi udara pada ruang muat kapal dapat terjaga pada batas yang ditentukan. dengan mengetahui parameter dan karakteristik muatan yang akan diangkut pada ruang muat kapal. maka dengan sistim pengaturan tersebut, diharapkan kondisi udara dalam ruang muat dan udara diluar ruang muat dapat diketahui dewpoint nya,

Pengaturan katub dapat menjamin kondisi udara dalam ruang muat dapat terjaga pada batas yang diinginkan, sehingga tidak terjadi kondensasi baik pada ruang muat juga pada konstruksi kapal yang dapat merusak muatan kapal juga kerusakan pada badan kapal karena korosi.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud Tugas Akhir ini adalah untuk mewujudkan suatu pengaturan udara secara otomatis dengan mempergunakan komputer sebagai perangkat kontrol maka dapat diketahui dew point udara luar dan dew point udara dalam ruang muat. serta pengambilan langkah langkah untuk mempertahankan kondisi ruang muat pada batas yang ditentukan

Tujuan Tugas Akhir ini adalah membuat sistem pengaturan udara secara otomatis dengan pemakaian sensor suhu dan sensor kelembaban. maka suhu dan

kelembaban dapat diketahui besarnya setiap saat baik didalam ruang muat dan diluar ruang muat. dan jika telah diketahui dew point dari udara luar dan dew point di dalam ruang muat, maka dengan perangkat komputer sebagai perangkat pengendali dapat dipakai untuk mengerakkan katub ventilasi secara otomatis.

I.3 PERMASALAHAN

Pada kapal yang mengangkut jenis muatan jenis curah (Bulk Carrier Vessel) selama ini sebagian besar menggunakan sistim pengaturan udara dengan *Sistim Natural* yang mempunyai keterbatasan pada pengaturan kondisi udara secara tepat dan akurat.

Dampak yang kami peroleh dari pihak pemakai jasa pelayanan angkutan kapal, yaitu pada kantor DOLOG JATIM muatan jenis tertentu , yaitu kedelai yang diimport dari negeri india setelah sampai dipelabuhan Indonesia maka muatan kedelai tersebut pada bagian bawah basah dan berair yang akan menyebabkan kerusakan pada muatan dan terjadinya kondensasi pada ruang muat kapal dan kontruksi badan kapal.

Dan pada muatan Bulk carrier dengan jenis yang berbeda beda merupakan suatu permasalahan. dimana tiap muatan mempunyai karakteristik pengkondisian udara dalam ruang muat yang berbeda beda. Hal ini diakibatkan biasanya kapal Bulk Carrier Vessel melayani muatan yang berbeda beda pada pengoperasiannya.

I.4 BATASAN MASALAH

Pembatasan masalah ditekanakan pada sistim pengaturan udara didalam dan diluar ruang muat dimana dew point pada kondisi udara didalam dan diluar ruang muat

ditentukan. dengan mengetahui dewpoint tersebut maka dengan bantuan perangkat komputer dapat dipakai untuk meggerakkan katub katub pada kondisi *ventilation on* atau *resirculation* adapun batasan masalah tersebut meliputi :

- a. Perencanaan tranduser suhu dan kelembaban sebagai sensor inputan
- b. Mempelajari PPI 8255 sebagai driver untuk menggerakkan valve sebagai output

I.5 SISTIMATIKA DAN PEMBAHASAN

Didalam sub bahasan ini dijelaskan pokok pokok masalah yang akan dibahas dalam penulisan tugas akhir ini, yaitu sebagai berikut

BAB I. PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang, masud dan tujuan, permasalahan batasan masalah dan sistimatika pembahasan.

BAB II. PSIKROMETRI DAN SISTIM PENGATURAN UDARA

Membahas teori dasar tentang psikrometri diagram , pengaturan udara serta pengaruhnya dan sistim ventilasi pada kapal cargo .

BAB III. PIRANTI ELEKTRONIKA DAN RANGKAIAN SENSOR

Membahas dan mempelajari cara kerja piranti elektronika.

BAB IV. PROGRAMABLE PERIPHERAL INTERFACE (PPI)

Membahas tentang perencanaan dan cara kerja Interface 8255

BAB V. PERANCANGAN SISTIM PENGATURAN UDARA

Menjelaskan perencanaan sistim pengaturan udara dan analisa pada ruang muat kapal cargo (bulk carrier).

BAB VI. KESIMPULAN DAN PENUTUP

Menjelaskan tentang kesimpulan perencanaan sistyim pengatuan udara secara otomatis dengan perangkat komputer sebagai pengganti sistim pengaturan udara secara natural pada kapal cargo selamaini.

BAB II

PSIKROMETRI DAN SISTIM PENGATURAN UDARA

2.1 UDARA

2.1.1 Komposisi udara

Udara yang mengandung uap air dinamai udara lembab atau udara basah. Sedangkan udara kering adalah udara yang sama sekali tidak mengandung uap air

2.1.2 Diagram Psikrometrik dan sifat udara basah

Sifat termal dari udara basah pada umumnya ditunjukkan dengan menggunakan diagram psikrometri. Dalam hal ini tersebut dipakai beberapa istilah dan simbol sebagai berikut :

(1) Temperatur bola kering, t (° C)

Temperatur tersebut dapat dibaca pada termometer dengan sensor kering dan terbuka. Namun penunjukannya tidaklah tepat karena pengaruh radiasi panas kecuali jika sensornya memperoleh ventilasi yang cukup baik.

(2) Temperatur bola basah, t (° C)

Dalam hal ini digunakan termometer dengan sensor yang dibalut dengan kain basah untuk menghilangkan pengaruh radiasi panas, seperti terlihat pada Gbr.2.2. Namun perlu diperhatikan bahwa melalui sensor harus terjadi aliran udara sekurang-kurangnya 5 m/s.

Temperatur boal basah kadang-kadang dinamai temperatur jenuh adiabatik (*adiabatic saturated temperature*).

(3) Tekana parsial uap air , f (mmHg) (1 mmHg = 1,344 mb)

Hubungan antara tekanan parsial uap air f dan temperatur bola basah t' dapat dilihat dari persamaan berikut ini.

$$f < f' - 0,5 (t - t') \text{ tekanan atmosfir (mm Hg) } / 755$$

persamaan diatas biasanya disebut persamaan empirik dari sprung , dimana

t = Temperatur bola kering ($^{\circ}$ C)

t' = Temperatur bola basah ($^{\circ}$ C)

f' = Tekanan uap jenuh pada t' (mm Hg)

atau

$$f = 10 \times (0,661 + 7,49 t') / 273 + t$$

Persamaan ini dikenal sebagai persamaan kosik. pada persamaan tersebut tekanan atmosfir dinyatakan dengan mm Hg dimana 1 atmosfir = 760 mm Hg.

(4) Perbandingan kelembaban X (Kg Kg udara kering, Kg Kg _{udara}, Kg Kg)

Perbandingan kelembaban adalah perbandingan antara berat uap air dan berat udara kering yang ada didalam udara (lembab), hubungan antara tekanan uap f dan perbandingan kelembaban X adalah sebagai berikut :

$$X = 0,6220 f / \text{ Tekanan atmosfir } - f \text{ (Kg Kg)}$$

atau

$$f = (X / 0,6220 + X) \times \text{ Tekanan atmosfir (mm Hg)}$$

(5) Kelembaban Relatif ϕ (%)

Kelembaban relatif adalah perbandingan antara tekanan parsial uap air yang ada didalam udara dan tekanan jenuh uap air pada temperatur air yang sama.

(6) Volume spesifik (udara) lembab , v (m^3 / Kg)

Volume spesifik (udara lembab) adalah volume udara lembab per 1 Kg udara kering

$$v = (0,7734 + 1,22 X) \times (273,2 + t) / 273,2 (760 / Tek atm) (m^3 / Kg) \quad (2.3)$$

dimana :

0,7734 = Volume spesifik udara kering pada $0^\circ C$ dan pada tekanan 1 atm

1,224 = Volume spesifik uap air pada $0^\circ C$ dan pada tekanan 1 atm

273,2 = $0^\circ C$ dinyatakan dalam $^\circ$ Kelvin.

(7) Titik Embun, ($^\circ C$)

Titik embun adalah temperatur air pada keadaan dimana tekanan uapnya sama dengan tekanan uap dari udara lembab, jadi pada temperatur tersebut uap air dalam udara mulai mengembun dan hal tersebut terjadi apabila udara lembab didinginkan.

(8) Entalpi , h (kcal / Kg)

Entalpi adalah energi kalor yang dimiliki oleh suatu zat pada suatu temperatur tertentu , maka entalpi dari udara lembab dengan perbandingan kelembaban X , pada temperatur $t^\circ C$, didefinisikan sebagai sejumlah energi kalor yang diperlukan untuk memanaskan 1 Kg

udara kering dan X Kg air (dalam fase cair) dari 0°C sampai mencapai $t^{\circ}\text{C}$ dan menguapkannya menjadi uap air (fase gas) hali tersebut dapat ditulis dalam persamaan

$$t = 0,240 t + (597,3 + 0,44 t) x \text{ (Kcal / Kg } ^{\circ}\text{C})$$

dimana :

t = temperatur udara ($^{\circ}\text{C}$)

x = perbandingan kelembaban dari udara lembab (kg / kg $^{\circ}$)

0,240 = kalor spesifik dari udara kering (kcal / kg $^{\circ}\text{C}$)

0,441 = kalor spesifik rata rata dari uap air (kcal / kg $^{\circ}\text{C}$)

597,3 = kalor laten dari air pada 0°C (kcal / kg)

Persamaan tersebut diatas dikenal dengan persamaan shephard

(9) Persentasi kelembaban (perbandingan jenuh), ϕ (%)

Persentasi kelembaban adalah perbandingan (%) antara perbandingan kelembaban dari udara lembab dan perbandingan kelembaban jenuh pada temperatur yang sama , jadi :

$$\Psi = x / x_s \times 100 \% \quad (1)$$

dimana

x = perbandingan kelembaban (Kg / Kg $^{\circ}$)

x_s = perbandingan kelembaban jenuh pada temperatur yang sama (Kg / Kg $^{\circ}$)

namun dalam kenyataan nya harga hampir sama dengan kelembaban relatif Ψ

hubungan antara Ψ dan ϕ adalah sebagai berikut :

$$\Psi = \phi \cdot (\text{tekanan atmosfer} - f_s) / (\text{tekanan atmosfer} - f)$$

dimana :

f = tekanan parsial uap air (mm Hg)

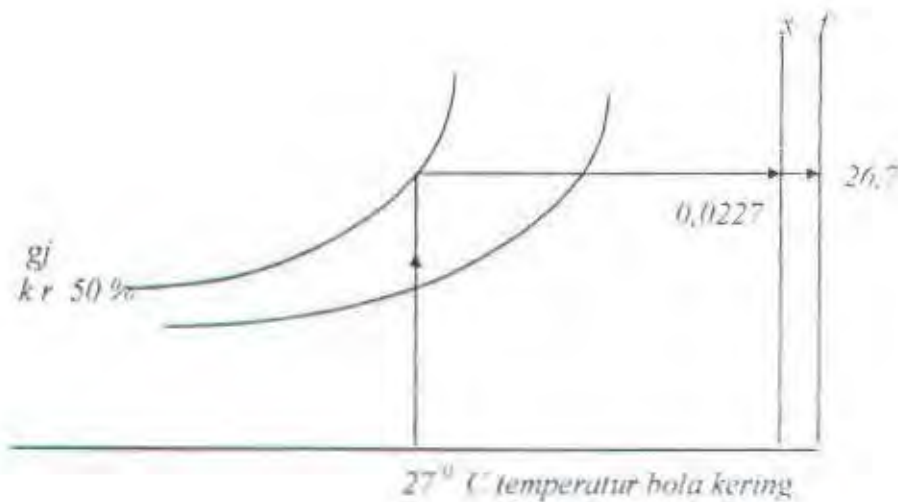
f_s = tekanan parsial uap air jenuh pada temperatur yang sama (mm Hg)

(10) Faktor kalor Sensibel (SHF)

Faktor kalor sensibel adalah perbandingan perubahan besarnya kalor sensibel terhadap perubahan entalpi. Hal tersebut akan dijelaskan melalui contoh :

soal : Tentukan besarnya tekanan parsial uap air jenuh f_s apabila temperatur 27°C dan perbandingan kelembaban jenuh x_s dengan mempergunakan gambar

jawab : Tariklah garis vertikal melalui titik A sampai memotong garis jenuh, kemudian tariklah garis horisontal melalui titik pada garis jenuh tersebut sehingga memotong garis sumbu tekanan parsial uap dan sumbu perbandingan kelembaban , maka didapatkan



gambar 2.1
Faktor-kalor sensibel

f_s (tekanan parsial uap jenuh) = 26,7 mm Hg

x_s (perbandingan kelembaban jenuh) = 0,0227 mmHg

2.2 PROSES PENGKONDISIAN UDARA

Grafik psikromerti dapat digunakan untuk memecahkan beberapa proses permasalahan yang berhubungan dengan kelembaban udara, dalam beberapa contoh dibawah ini , proses berlangsung pada tekanan konstant yaitu 29,921 in Hg.

2.2.1 Pemanasan Udara lembab

Proses penambahan panas pada udara yang lembab digambarkan oleh garis horisontal pada grafik psikrometri karena rasio kelembaban relatif tidak berubah ada peralatan yang dapat menambah panas pada udara lembab . Untuk kondisi steady flow , penambahan panas rata rata yang dibutuhkan adalah :

$$q = m a (h 2 - h 1)$$

2.2.2 Pendinginan Udara lembab

Jika udara lembab didinginkan sampai temperatur dibawah awal titik dewpoint terjadi pemisahan kandungan air dalam udara, meskipun air dipisahkan secara bervariasi pada range temperatur tertentu dari awal titik dew point sampai akhir temperatur udara t2 sebelum air dialirkan keluar sistem. untuk sistim aliran energi steady dan persamaan kesetimbangan bahan adalah :

$$m a h 1 = m a h 2 + q 2 + m w h w 2$$

$$m a w 1 = m a W 2 + m w$$

maka :

$$m w = m a (W 1 - W 2)$$

$$q 2 = m a [(h 1 - h 2) - (W 1 - W 2) h w 2]$$

2.2.3 Pencampuran Adiabatik dari Dua Aliran Udara Lembab

Proses yang terlibat dalam sistem pengkondisian udara adalah pencampuran adiabatik dari dua aliran udara lembab, jika pencampuran adalah adiabatik maka harus dibagi dalam tiga persamaan :

$$M a 1 + m a 2 h 2 = m a 3 h 3$$

$$M a 1 + m a 2 = m a 3 \text{ dan } m a 1 W 1 + m a 2 W 2 = m a 3 W 3$$

Eliminasi dari $m a 3$ didapatkan :

$$h 1 - h 3 / h 3 - h 1 = W 2 - W 3 / W 3 - W 1 = m a 1 / m a 2$$

sesuai dengan grafik psikrometrik, titik dari hasil campuran terletak pada garis lurus yang menghubungkan dua titik aliran yang dicampur dan dibagi menjadi dua bagian dalam perbandingan sama sebagai masa dua aliran udara kering dalam dua aliran.

2.2.4 Pencampuran Adiabatik dari udara lembab dengan air yang diinjeksikan.

Injeksi air atau uap air kedalam aliran udara lembab untuk menaikkan perbandingan kelembaban udara lembab, ditunjukkan secara skematik , jika pencampuran secara adiabatik maka persamaan tersebut yaitu:

$$m a h 1 + m w h w = m a h 2$$

$$m a + m w = m a W 2$$

maka :

$$h 2 - h 1 / W 2 - W 1 = h w$$

dengan grafik psikrometri , akhir dari titik udara lembab harus terletak pada garis yang arahnya ditetapkan oleh entalpi spesifik dari air yang diinjeksikan, digaris melalui titik awal dari udara lembab.

2.2.5 Penyerapan panas dan kandungan air oleh udara lembab

Masalah dari pengkondisian udara ruangan umumnya mengurangi jumlah udara lembab yang disuplai dan kondisi yang memaksa dimana udara harus dipindahkan untuk diberi sejumlah energi dan air dari ruangan dan harus ditarik pada kondisi tertentu. secara skematik ruangan mendapatkan masukan energi berupa uap,

Jumlah q_s menunjukkan jumlah dari semua panas rata-rata yang dimasukkan ke dalam ruangan, masukan panas ini melibatkan penambahan panas itu sendiri dan tidak termasuk penambahan energi yang berhubungan dengan penambahan air (atau uap air) hal ini biasa disebutkan *sensible heat gain*,

Jumlah Σm_w menunjukkan jumlah bersih dari seluruh penambahan kelembaban rata-rata, setiap pound dari udara lembab yang diinjeksikan ke dalam ruangan menambah jumlah energi yang sama dengan entalpi spesifiknya.

asumsi kondisi steady state dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$m_a h_1 + q_s + \Sigma (m_w h_w) = m_a h_2$$

$$m_a W_1 + \Sigma m_w = m_a W_2$$

sesuai dengan grafik psikrometrik dan untuk kondisi udara yang ditarik kembali, semua kondisi yang mungkin untuk suplai udara harus terletak pada garis lurus yang digariskan melalui titik dimana udara ditarik kembali, yang arahnya telah ditentukan oleh nilai numerik dari $[q_s - \Sigma m_w h_w] / \Sigma m_w$. garis ini disebut dengan garis kondisi.

2.3 Cargo caire silical gel plant

Sistim ini lebih sering digunakan dalam bidang kelautan daripada sistem yang lain dan dapat dipercaya sebagai alat untuk mengukur kelembaban udara untuk mencegah kerusakan muatan dalam ruang muat :

Sistim cargo caire terdiri dari tiga komponen utama yaitu :

1. Unit pengering udara terletak dalam engine casing atau berdekatan dengan engine casing
2. Fan sirkulasi udara dalam ruang muat dan sistim saluran udara
3. Peralatan pencatat temperatur dan kelembaban udara dimana dewpoint ditentukan.

Unit pengering udara umumnya diletakkan didalam atau dekat dengan ruang mesin dan suplai udara kering disuplai oleh saluran udara kering menuju sistim udara kering ruang muat, Pada saat distart unit sistim ini bekerja secara otomatis untuk memastikan suplai dari udara kering secara kontinu jika diperlukan.

Sistem sirkulasi udara untuk setiap ruang muat terdiri dari dua unit saluran udara yang terpisah, satu untuk suplai udar kering yang lain untuk pembuangan udara. Aliran udara melalui setiap sistim dikontrol dengan dampers dampers yang dioperasikan secara manual dalam ruangan fan resirkulasi yang diletakkan pada ujung yang berseberangan dengan ruang muat.

Dua ruang fan resirkulasi disediakan untuk setiap satu untuk sistim supali dan yang lain untuk pembuangan udara, Fan dalam ruangan ini menghasilkan aliran udara yang cukup setiap sistem dan ruang muat, saluran udara kering dari unit penegring udara dihubungkan ke ruang fan penyuplai untuk setiap ruang muat.

Penentuan DEW POINT dari udara luar dan udara dalam ruang muat memberikan informasi yang cukup untuk pengoperasian unit pengering udara , beberapa informasi disediakan oleh peralatan pencatat yang tidak hanya menunjukkan kondisi udara tetapi juga menyimpan catatan dari setiap kondisi.

Pada setiap tempat pembungan udara terdapat pencatat kondisi udara untuk menunjukkan kondisi udara dalam setiap ruang muat seperti halnya pencatat kondisi udara untuk menunjukkan kondisi udara . sebagai tambahan dalam ruang mesin juga terdapat pencatat yang dekat dengan unit pengering udara untuk memeriksa kondisi dari udara kering yang dihasilkan oleh unit pengering.

Tiga komponen cargocaire unit pengering udara , sistim sirkulasi udara dalam ruang muat dan peralatan pencatat menyempurnakan kerja sistem ini untuk menjaga dewpoint dari udara dalam ruang muat pada tingkat yang aman.

Sistem dirancang beroperasi sebagai ventilasi dengan udara luar jika dew point udara luar sama atau lebih rendah dari dew point pada ruang muat. seperti yang ditunjukkan oleh pencatat dalam chrat room dalam ruang muat.

Jika udara luar tidak sesuai dengan dewpoint yang telah ditentukan udara dalam ruang muat akan disirkulasikan ulang oleh udara kering dari unit cargo caire dimasukkan kedalam ruang muat sehingga dewpoint dari ruang muat dapat terjaga pada level yang aman.

2.4 PENGOPERSIAN SISTEM

Tujuan utama dari pengoperasian sistem sirkulasi udara dalam ruang muat adalah untuk mencegah terjadinya kondensasi pada muatan atau konstruksi badan kapal. Tujuan ini dapat

tercapai dengan memilih metode yang tepat untuk mengoperasikan sistem sesuai dengan catatan yang dihasilkan oleh pencatat.

Pengoperasian sistem sirkulasi udara dalam ruang muat sesungguhnya sangat sederhana, seperti yang dijelaskan sebelumnya setiap ruang muat dilengkapi dengan sistem sirkulasi yang lengkap yang dikontrol dari ruang suplai dan dari ruang pembuangan udara.

Setiap ruangan ini mempunyai satu damper kontrol yang mempunyai handle dengan tanda penunjuk posisi yaitu *VENTILASI dan SIRKULASI ULANG* sebagai tambahan ruang suplai terdiri dari damper untuk mengontrol aliran udara kering dari unit pengering, pada kenyataannya hanya ada cara pengoperasian sistem sirkulasi udara dalam ruang muat yaitu : Ventilation dan Resirculation dengan damper udara kering on atau off.

Maka bagaimana (how) cara pengoperasian sistem adalah sangat mudah pertanyaannya adalah kapan (when) sistem itu dioperasikan., yaitu kapan sistem itu dioperasikan pada ventilasi , dan kapan pada sirkulasi ulang dan kapan udara kering harus ditambahkan.

Jawaban dari pertanyaan itu adalah pertama dengan mempertimbangkan bahwa sistem berhubungan dengan unsur yaitu : udara dalam ruang muat, udara laut dan udara kering pada unit pengering udara, Selain itu metode yang tepat untuk pengoperasian sistem tergantung dari perbandingan dari ketiga unsur udara tersebut.

Seperti dijelaskan sebelumnya, pencatat merencanakan kelembaban relatif dan temperatur udara dan dari informasi ini dapat ditentukan dew point, karena pencatat terdapat pada setiap ruang pembuangan dan satu pada chrat room , maka dapat diketahui kondisi udara dalam ruang muat dan udara luar setiap saat, dengan evaluasi yang tepat dari kondisi udara

dalam ruang muat dan udara luar, dengan cara membandingkan keduanya sangatlah mudah untuk menentukan metode yang tepat untuk mengoperasikan sistem sirkulasi ini.

Karena pengoperasian yang tepat dari sistem tergantung dari dew point udara dalam ruang muat dan udara luar, maka sangat penting bagi operator untuk terbiasa dengan informasi yang telah diberikan sebelum memulai mengoperasikan sistem.

Selalu diingat bahwa untuk mencegah kondensasi, dewpoint udara dalam ruang muat harus lebih rendah dari ada temperatur permukaan yang bersinggungan.

@ jika *dew point* dari udara luar lebih rendah daripada *dewpoint* udara dalam ruang muat maka ventilasi yang cepat dan akan mengisi ruang muat dengan dew point udara luar yang lebih rendah.

@ jika *dew point* dari udara luar lebih rendah lebih besar daripada *dewpoint* udara dalam ruang muat maka di sirkulasi ulang, jika dewpoint yang tinggi dari udara luar bersinggungan dengan muatan atau konstruksi yang dingin kemungkinan akan terjadi kondensasi, untuk memastikan bahwa dewpoint dari udara dalam ruang muat tidak naik secara cepat, udara kering unit cargo cair harus ditambahkan ketika sistem pada keadaan sirkulasi ulang.

@ jika *dew point* udara luar lebih rendah daripada *dewpoint* udara dalam ruang muat, tetapi temperatur luar turun dengan cepat maka tambahkan udara kering.

Dengan kondisi dew point ini sistem akan berventilasi dengan tepat tetapi turunya temperatur luar akan mendinginkan temperatur konstruksi sampai dibawah dew point dari udara dalam ruang muat maka akan menyebabkan kondensasi. Udara kering pada pengering udara ditambahkan pada dewpoint udara luar untuk menjaga dew point udara dalam ruang muat selalu dibawah temperatur konstruksi.

BAB III

PIRANTI ELEKTRONIKA DAN RANGKAIAN SENSOR

3.1 PIRANTI ELEKTRONIKA

3.1.1 Resistor (pelawan)

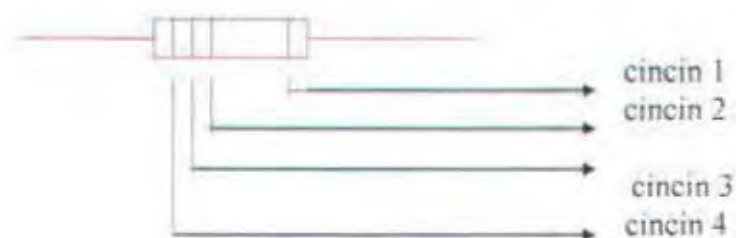
Pelawan yang terbuat dari komposisi karbon adalah yang paling banyak dipasaran dengan harga 1 sampai 100 mega ohm, perubahan harga oleh umur dapat mencapai 5 % dan perubahan harga oleh solderan 2. Pelawan dari selaput karbon yang diendapkan pada bahan substrat keramik dapat diperoleh dengan harga 10 sampai 10 mega ohm dengan toleransi 5 % atau lebih.

Pelawan dari lilitan kawat yang dililitkan pada gelondong keramik ataupun material lain, kawatnya dari campuran aluminium khromium nikel atau campuran khromium dengan besi, karena bentuknya lilitan pelawan ini mengandung induksi dan juga mengandung kapasitansi.

Pelawan untuk tegangan tinggi ada yang dapat dipakai sampai tegangan 40.000 Volt dan terbuat dari elemen selaput karbon yang berada dalam kapsul gelas vakum, untuk pelawan variabel (Potensiometer) dapat diperoleh dipasaran dengan harga dari 50 ohm sampai 5 mega ohm, dengan toleransi 10 dan 20 % dengan tarif daya 2- 3 watt.



kode warna resistor

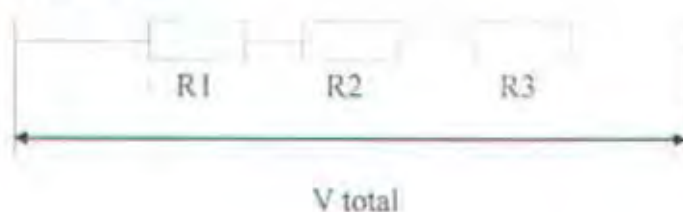


gambar 3.1
Kode cincin resistor

Warna	Harga	Toleransi	Harga
Hitam	0	Emas	5 %
Coklat	1	Perak	10 %
Merah	2	Tak ada	20 %
Jingga	3		
Kuning	4		
Hijau	5		
Biru	6		
Ungu	7		
Abu abu	8		
Putih	9		

tabel 3.1
Kode warna resisstor

3.1.1.1 Pelawan seri



gambar 3.2
Pelawan seri

$$\begin{aligned} \text{Tegangan pada } V_1 &= R_1 / R_1 + R_2 + R_3 \times E \\ \text{Tegangan pada } V \text{ total} &= V_1 + V_2 + V_3 \end{aligned}$$

3.1.1.2 Pelawan Paralel



$$R_t = R_1 \cdot R_2 / R_1 + R_2$$

gambar 3.3
Pelawan paralel

3.1.2 Kondesator (Kapasitor)

Suatu piranti listrik yang berguna untuk penyimpanan tenaga listrik guna keperluan pengapian , menahan arus rata dan menghubungkan singkat sebuah pelawan, bagi arus bolak balik. Suatu kondesator khusus adalah kapasitas arus liar yang tidak kita inginkann yang terdapat diantara

- Penghantar yang saling berdekatan
- Badan konpoanen yang berdekatan
- Lilitan kawat yang ada dalam kumparan
- Elektrode elektrode didalam diode

kapasitas liar hanya sebesar beberapa piko farad dan tidak akan berpengaruh dalam teknik frekwensi rendah, tetapi pada teknik frewensi tinggi kapasitas liar sangat dibutuhkan.

Kondesator mika baik frewensi rendah maupun frewensi tinggi mempeunyai toleransi 1 %, kondesator polister mempunyai harga diantara 0,001 sampai 1,0 mikro farad. Kapasitas kondensator adalah banyaknya muatan per tegangan yang ada diantara keping keping



gambar 3.4
Dielektrika kapasitor

$$\text{Kapasitas (C)} = Q / V \text{ (farad)}$$

dimana,

Q = Banyaknya muatan (Coloumb)

V = Tegangan yang dalam keping keping. (Volt)

Selain tegangan kerja biasanya pabrik menyertakan tinggi tegangan yang telah diujikan kepada kondesator tersebut. Tulisan 350 / 450 tertera pada sebuah kondesator menyatakan bahwa kondensator itu mempunyai tegangan kerja maksimum yang dibolehkan pada 350 Volt.

3.1.3 Diode Semikonduktor

Ada dua konstruksi yaitu diode pertemuan (junction) dan diode titik kontak (point kontak), diode titik kontak digunakan dalam teknn sinyal kecil dan dimana diperlukan antara kontak yang kecil.

3.1.3.1 Sifat diode silikon

1. Penghantar dengan tegangan maju kira kira 0,6 Volt
2. Perlawanan maju cukup kecil
3. Perlawanan terbalik cukup tinggi dapat mencapai beberapa M ohm.
4. Arus maju maksimum yang diperbolehkan cukup besar sampai 100 A
5. Tegangan terbalik maksimum yang diperbolehkan cukup tinggi sampai 1000 V

3.1.3.2 Sifat diode germanium

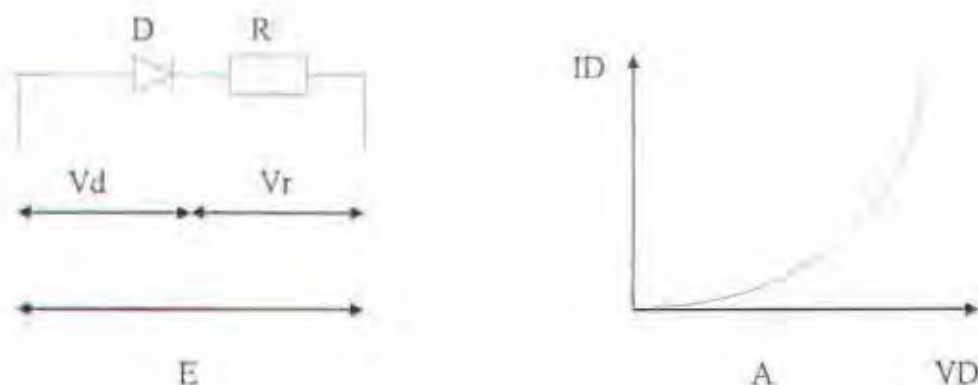
1. Penghantar dengan tegangan maju kira kira 0,2 Volt
2. Perlawanan maju agak besar
3. Perlawanan terbalik kurang tinggi dapat mencapai dibawah M ohm.
4. Arus maju maksimum yang diperbolehkan kurang besar tidak sampai 100 A
5. Tegangan terbalik maksimum yang diperbolehkan kurang tinggi sampai.

Pengaruh suhu kepada diode silikon yaitu setiap kenaikan derajat celcius menurunkan tegangan maju kira kira 2,5 mV dan arus tebalik naik kira kira 2 kali oleh kenaikan suhu tiap 10°C .

Kerusakan diode dapat ditimbulkan oleh arus maju yang terlampau besar (menimbulkan panas yang berlebihan dan tegangan terbalik yang terlampau tinggi akan menimbulkan tembusan (break down). Karena itu arus maju maksimum dan tegangan terbalik maksimum yang diijinkan tidak boleh dilampaui.

3.1.3.3 Tegangan maju pada diode

Pada diode silikon tegangan maju yang diijinkan 0,6 Volt dan untuk diode germanium tegangan maju yang diijinkan 0,2 Volt , Perlawanan diode selalu merosot jadi kecil dari harga R



gambar 3.5
Karakteristik diode

Dibawah tegangan ambang (A) perlawanan diode besar sekali tetapi jika diatas tegangan ambang perlawanan diode menjadi kecil puluh ohm dan tergantung dari kuat arus (I)

3.1.3.3 Tegangan mundur pada diode

Pada semua diode jika diberi tegangan muka terbalik maka diode tersebut akan memutus kan sirkit dan perlawanan diode selalu besar terhadap resistor, dan jika tegangan muka terbalik pada diode diperbesar maka diode akan mengalami kebocoran / tembus tengangan (Break down voltage).

3.1.4 Transistor pertemuan

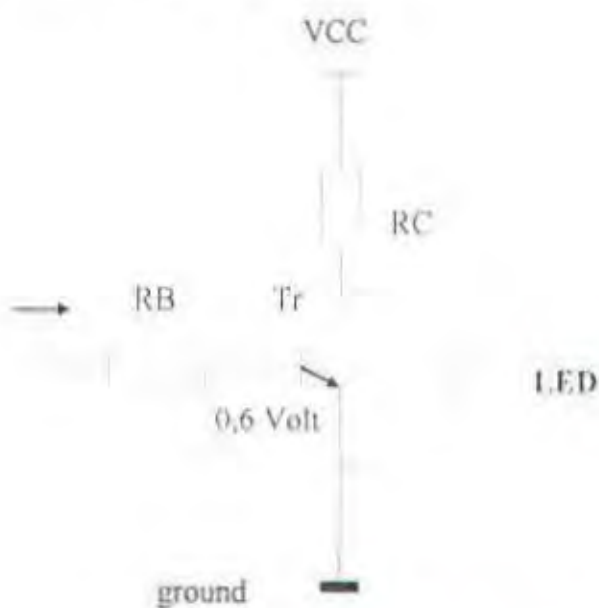
Asas kerjanya akan ada arus diantara terminal kolektor - emitor (arus I_c) hanya ada apabila ada arus yang mengalir diantara terminal terminal basis dan emitor (arus I_b),

Perbandingan antara kuat I_c dan kuat I_b disebut bandingan hantaran arus maju (forward current transfer ratio) disebut hFE .

$$hFE = I_c / I_b$$

pada transistor daya hFE kira kira 25, sedangkan pada transistor untuk penguatan frekuensi tinggi maka $hFE = 1000$ lebih.

3.1.4.1 Transistor sebagai saklar



gambar 3.6
Transistor sebagai saklar

Perencanaan untuk perhitungan pada transistor sebagai saklar adalah :

$$I_{C \text{ jenuh}} = VCC / R_C$$

$$I_B = I_{C \text{ jenuh}} / hFE$$

$$R_B = (V_B - V_{BE}) / I_B$$

Selama ada denyut masukan pada diode B - E terukur ada tegangan terbalik, kalau beban kolektor berupa R maka saat ke on adalah lebih cepat dari saat ke off sebab pada

saat on kapasitor liar lebih cepat membuang muatan lewat transistor yang sedang menghantar. Pada saat off kapasitor liar perlu diisi muatan terlebih dahulu lewat R_c .

Kalau transistor jenuh maka $V_{CE} = 0$ dan menghubungkan singkat LED padam dan kalau Transistor menyumbat arus pada LED ada $I_L = (V_{CC} - V_{LED}) / R_C$, Untuk mempercepat saat off transistor jangan sampai jenuh selama periode on. saat switcing akan lebih cepat kalau transistor tak pernah jenuh dan tak pernah tesumbat.

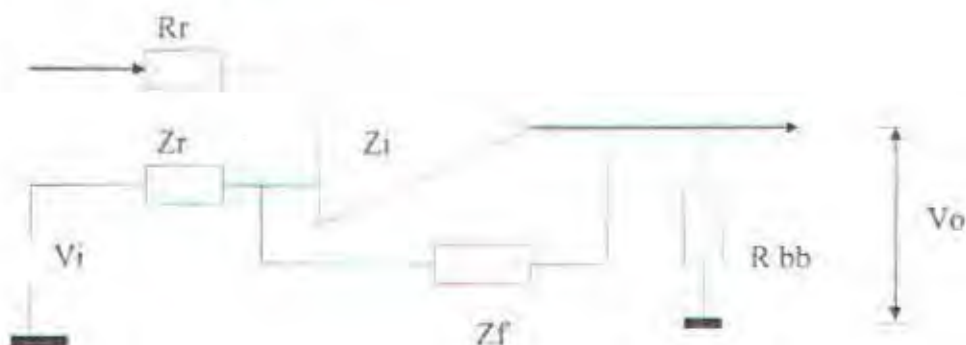
3.1.5 Operasi Amplifier (Op Amp)

Berupa penguatan difrensial yang terkopel langsung, penguatan nya besar , Penguatan ikal terbuka dan tanggapan frekwensi sudah merupakan karakteristik yang khas dari suatu IC, namun akan dapat diubah dengan menambahkan jaringan fasa diluar IC.

Dalam penggunaanya lazim diperlukan pengumpanan balik ekstern dari jalan keluar ke jalan masuk negatif (jalan masuk yang menjungkirkan) guna memperoleh tanggapan frekwensi dan penguatan yang diinginkan.

Op amp tidak akan dipakai dengan ikal terbuka (tanpa umpan balik) diperlukan komponen komponen guna membuat Op Amp beroperasi secara normal

3.1.5.1 Inverting Feed back.



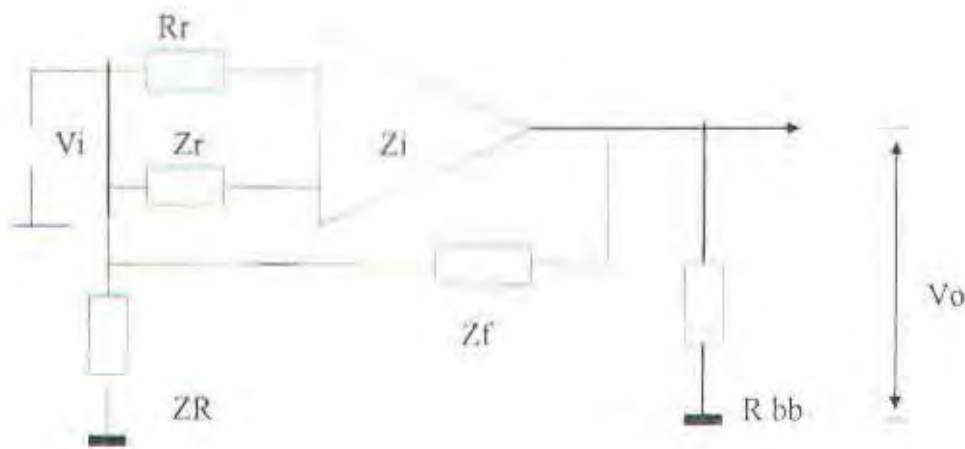
gambar 3.7
Inverting feed back

$$V_o = V_i \times Z_f / Z_r$$

$$\text{Penguatan ikal tertutup } A_f = Z_f / Z_r$$

3.1.5.1 Non Inverting Feed back.

Dapat dipakai untuk menguatkan dc maupun ac dengan impedansi masukan yang tinggi dan impedansi keluaran yang rendah.



gambar 3.8
Non inverting feed back

$$V_o = V_i \times (Z_f / Z_r) + 1$$

$$\text{Penguatan ikal tertutup } A_f = (Z_f / Z_r) + 1$$

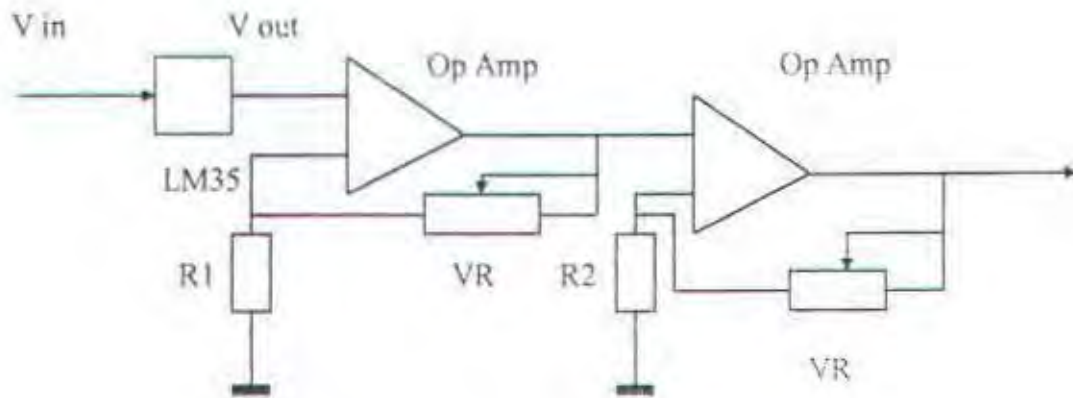
3.2 Rangkaian Sensor

Rangkaian yang dipakai yaitu rangkaian sensor suhu dan sensor kelembaban yang menggunakan suatu transduser.

3.2.1 Rangkaian Sensor Suhu

Sensor suhu yang digunakan adalah IC LM 35 yang mempunyai karakteristik yang baik dalam mendeteksi temperatur. Dalam setiap kenaikan 1 derajat celcius akan

menghasilkan tegangan output sebesar $10 \text{ mV} (10 \text{ mV} / 1 \text{ derajat celsius})$, dan mempunyai range suhu antara $-49^{\circ}\text{C} - 110^{\circ}\text{C}$ sensor ini sangat sensitif untuk merespon suhu yang ada pada sekitarnya.



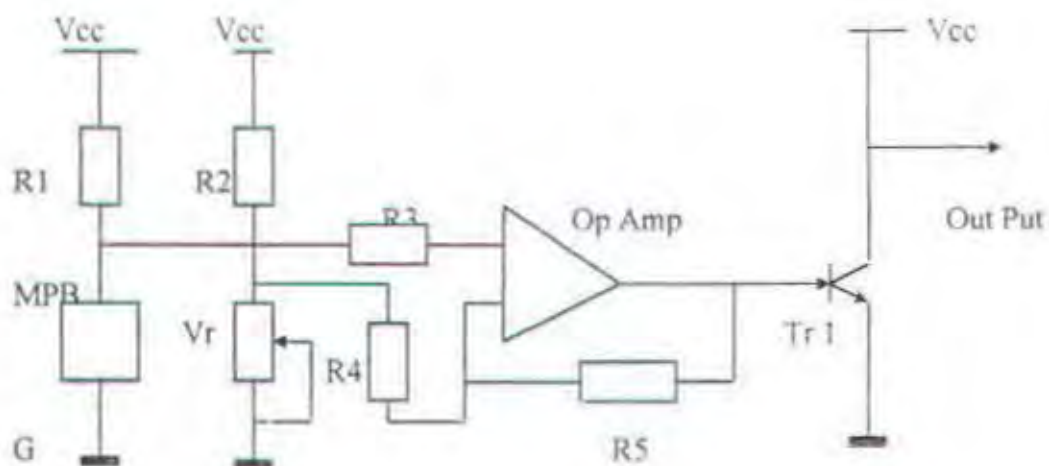
Gambar 3,9
Rangkaian sensor suhu

3.2.2 Rangkaian Sensor Kelembaban

Sensor yang dipakai dalam mendeteksi adanya kelembaban udara adalah suatu sensor yang terbuat dari matrix perforated board (sejenis papan PCB) yang memiliki lubang-lurus konduktor memanjang.

Disini sensor memiliki suatu pertahanan yang perubahannya tergantung dengan adanya kelembaban diudara. kebasahan / kelembaban udara akan mempengaruhi tahanan yang ada pada matrix perforated board.

Jika tingkat kebasahan matrix perforated board meningkat maka konduktifitas dari lubang-lurus konduktor akan naik dan hambatannya akan turun. Gambar 3.7 menunjukkan rangkaian sensor kelembaban.



Gambar 3.10
Rangkaian sensor kelembaban

Disini inputan dari dari sensor kelembaban akan diolah dengan rangkaian Detektor penyilang dengan Tegangan Histerisis Non Inverting. Inputan yang berubah dari sensor kelembaban berkisar antara 0 sampai 9 Volt dengan R1 sebagai tegangan. Relai akan bekerja pada batas harga tegangan Histerisis yaitu 6 dan 4 Volt,

Dimana pada saat tegangan sensor mencapai 6 Volt (Kondisi kering), maka relai akan bekerja (pompa air bekerja) . Dan pada saat tegangan inputan sensor mencapai 4 Volt (kondisi lembab), maka relai akan mati dan pompa akan berhenti bekerja. Untuk mendapatkan kondisi yang demikian maka perhitungan yang dilakukan adalah :

$$V_{ut} = 6 \text{ Volt (Batas Atas)}$$

$$V_{lt} = 4 \text{ Volt (Batas Bawah)}$$

maka :

$$V_h = V_{ut} - V_{lt} = 6 - 4 = 2 \text{ Volt}$$

$$V_{etr} = (V_{ut} - V_{lt}) / 2 = (6 - 4) / 2 = 1 \text{ Volt}$$

$$N = (+V_{sat} - (-V_{sat}) / V_h = (-12 - (-0)) / 2 = 6 X$$

$$V_{ref} = V_{ctr} \cdot (1 - 1/N) = 5 / (1 - 1/6) = 4,28 \text{ Volt}$$

Jadi bial R3 dipakai sebesar 10 Kohm, maka pot2 diset pada harga $6 \times 10 \text{ Kohm} = 60 \text{ Kohm}$. Dan tegangan referensi yang dipakai sebesar 4,28 Volt dengan menyeting Pot 1.

BAB IV

PROGRAMABLE PERIPHERAL INTERFACE

(PPI)

4.1 Mikroprosesor hardware

Mikroprosesor yang digunakan pada computer adalah mikroprosesor 16 bit intel 486. Adapun fungsi pin 486 dapat diterangkan di bawah ini :

4.1.1 Fungsi Pin pin pada mikroprosesor

Mikroprosesor 486 dikelompokkan dalam mikroprosesor 16 bit karena kemampuannya untuk melaksanakan operasi yang menggunakan operand 16 bit. Pada mikroprosesor 486 terdapat 40 pin yang bisa dibagi menjadi 3 kelompok. Ketiga kelompok tersebut adalah :

1. Jalur data (data bus)
2. Jalur address (address bus)
3. Jalur kontrol (control bus)

Selanjutnya jalur - jalur di atas akan dijelaskan sebagai berikut

1. Data / Address Bus (AD0 - AD7)



Sinyal masukan / keluaran yang digunakan sebagai jalur alamat dan jalur data secara bergantian (multipleks). Pada bus siklus pertama (T1) berfungsi sebagai jalur alamat (A0 - A7), sedang siklus berikutnya (T2, T3, dan T4) berfungsi sebagai jalur data.

2. Address Bus (A8 - A19)

Address bus pada sinyal hanya mengeluarkan bit - bit alamat. Pada awal siklus bus jalur tersebut berfungsi sebagai jalur alamat A16 - A19 sedangkan untuk siklus berikutnya pin tersebut berfungsi sebagai pin petunjuk status dari 486. kalau S6 diberi logika rendah maka S5 menyatakan status dari interrupt enable flag, sedang S4 dan S3 menunjukkan segment register mana yang digunakan selama siklus bus.

3. Control Bus

Terdiri dari beberapa sinyal antara lain :

a.) Sinyal *RD*

Sinyal aktif low menunjukkan bahwa mikroprosesor 486 sedang melakukan operasi baca (read) ke memory atau I / O tergantung pada pin IO / M

b) Sinyal *WR*

Sinyal strobe untuk penulisan ke memory atau ke I/O pada pin IO / M

c) Sinyal *Reset*

Sinyal masukan untuk menghentikan operasi mikroprosesor 486 dan untuk memulai operasi serta memalkukan inisialisasi kembali, Sinyal Reset tersebut harus aktif sedikitnya empat periode clock

d) Sinyal ALE

Digunakan oleh mikroprosesor 486 untuk melatch informasi address kedalam address latch

e) Sinyal DT / R

Digunakan untuk mengatur arah data pada transceiver

f) Sinyal DEN

Digunakan untuk meng enable transiver.

4.2 Alur Kerja

Diagram siklus waktu instruksi Read dan Write pada mikroprosesor 8088 mengeluarkan bit bit alamat A0 - A7 pada pin AD 0 - AD 7 hanya pada cycle pertama dari instruksi baca dan tulis, dan cycle selebihnya pin pin AD0 - AD7 mengeluarkan bit bit data D0 - D7.

Pada saat mikroprosesor 486 mengeluarkan bit alamat melalui pin itu, saat itu pula mikroprosesor memberikan sinyal ALE sinyal tersebut memberikan informasi pada komponen penunjang bahwa yang keluar dari pin AD 0 - AD 7 adalah bit bit alamat.

Setelah periode waktu diatas, pin AD0 - AD7 digunakan oleh bit bit data, Data siap dibaca atau ditulis ditentukan oleh sinyal DT / R. Bila pin ini aktif " 1 " (high) berarti sinyal yang dikeluarkan adalah sinyal DT , hal ini berarti mikroprosesor siap memulai data, sebaliknya bila sinyal yang dikeluarkan " 0 " (low) maka prosesor siap membaca data dari bus.

Mikroprosesor mengeluarkan sinyal DEN (Data Enable) untuk memberi tahu pada komponen penunjang bahwa prosesor siap menerima data. Pin DEN dari mikroprosor 486 dihubungkan dengan pin output enable dari peralatan yang aktif pada level 0

Sinyal IO / M berfungsi untuk memberitahukan ke peralatan penunjang, bahwa instruksi Read / Write yang sedang dilakukan ditunjukkan ke memory atau ke input / ouput port.

4.3 Slot Personal Computer

Slot merupakan pengembangan fungsi dari pada sistem bus 8088 pada IBM PC. Didalam IBM PC terdapat bebrapa slot yang sama dan masing - masing mempunyai 62 pin sinyal. Interface yang dipasang ke slot IBM PC bisa dipasang di sembarang slot, karena aslot pada IBM PC tidak didekode oleh rangkaian yang ada di dalam sisem board.

D0- D7

Jalur ini dihubungkan dengan sistem bus data yang digunakan sebagai jalur data masukan dan keluaran yang bersifat tristate.

A0 - A19

Jalur ini dihubungkan dengan sistem bus alamat yang akan memberi alamat pada memori atau I/O Ford. Jalur ini merupakan keluaran yang bersifat tri state juga dipakai untuk memberi alamat pada dekoer agar dihasilkan sinyai enable

ALE

Merupakan jalur keluaran address latech enable yang dibangkitkan oleh mikroprosesor untuk melatch alamat yang sudah tepat atau falid pada proses dimotiplek jalur alamat dan data.

da slot jalur data dan alamat sudah dipisahkan maka Ale hanya untuk menunjukkan multiplek sedang terjadi.

3C

erupakan sinyal keluaran dari operasi osilator pada sistem board dengan frekuensi kristal 31.4498 Mhz yang dibangkitkan oleh generator clock 8284 yang juga menghasilkan 4.777 Mhz untuk sistem clock 8253 hasil pembagian oleh D flip flop.

Q2 - IRQ7

erupakan jalur masukan yang berhubungan langsung dengan 8259 interrupt controller, sehingga dapat dipakai oleh unit I/O untuk mengintrupsi mikroprosesor 486.

R, IOW, MEMR

erupakan sinyal keluaran yang digunakan untuk kontrol sinyal IOR untuk I/O write, sinyal MEMR untuk memory read sinyal-sinyal tersebut dibangkitkan oleh mikroprosesor atau oleh DMA controller dengan aktif low.

M

erupakan sinyal keluaran yang dikeluarkan oleh DMA controller untuk menunjukkan bahwa proses dma sedang berlangsung. Sinyal ini dipakai untuk I/O sebagai pencegahan kodean alamat pada saat terjadinya proses DMA karena semua bus dalam kendali DMA controller.

POWER SUPPLY dan GROUND

erupakan penyediaan sumber daya untuk unit interface pada slot tersedia +5, -5, +12, -12 terhadap ground daya yang disediakan power supply umumnya sebesar 63 volt.

4.4 TEKNIK PENGKODEAN ALAMAT

Langkah awal pengkodean alamat port masukan maupun keluaran untuk sebuah sebuah rancangan adalah melihat dan menentukan suatu blok lokasi alamat yang masih kosong atau belum digunakan, selanjutnya membuat rangkaian decoder yang sesuai dengan dengan menggunakan IC decoder 74 LS 39 dan beberapa gerbang Ic logic seperti gerbang AND, OR, NOR, NAND

Pada rancangan dekoder harus disertakan sinyal AEN yang digunakan untuk menjaga pengkodean alamat yang salah selama siklus DMA

4.5 DECODER

Ada beberapa macam IC yang dapat digunakan sebagai decoder, diantaranya 74 LS 39 pada IC tersebut terdapat dua decoder yang berfungsi secara mandiri yang mana decoder ini masing masing mengkode kan 2 ke 4, pin pin IC 74 LS 139 dapat dibagi menjadi 4 bagian yaitu pin sinyal control, pin masukan dan pin keluaran.

4.6 TEKNIK PEMBUFFERAN

Pembufferan dilakukan untuk mengisolasikan sinyal dari keluaran dari bus terhadap beberapa masukan yang berbeda yang terhubung padanya, masukan masukan tersebut dianggap sebagai beban, setiap beban yang aktif pada jalur sinyal untuk menjaga level tegangan agar tetap konsta.

Istilah pembuferan juga digunakan untuk menggambarkan arti penguatan suatu sinyal yang harus mendrive banyak beban, chip chip IC berfungsi untuk mendrive beban yang besar biasanya disebut dengan buffer atau drive.

Pembuferan juga digunakan untuk mematikan (menfloatkan) suatu sinyal keluaran yang lain dapat aktif dan menggunakan jalur sinyal, sehingga tidak terjadi konflik data diantara kedua sinyal keluaran tersebut, fungsi ini biasanya dilakukan oleh suatu tri state buffer yang bertindak sebagai tri state bus lock.

Dalam prakteknya ada dua jenis pembuferan untuk bus yang searah (unidirectional) seperti address bus dan control bus, dan pembuferan untuk yang dua arah (bidirectional) seperti data bus, untuk bus yang searah dapat digunakan IC 75LS244

4.7 Programmable Peripheral Interface (PPI) 8255

Programmable peripheral Interface (PPI) 8255 A dikemas dalam 40 Pin dual in line yang dirancang untuk menginterfacekan bermacam macam fungsi masukan / keluaran (I / O) pada sistim mikropresesor. Pada 8255 tersebut terdapat dua kelompok besar yang disebut kelompok kendali A dan kelompok kendali B. Kedua kelompok kendali tersebut mengendalikan empat kelompok I/O yang disebut :

Port A (PA0 - PA7)

Port B (PB 0- PB 7)

Port C Lower (PC0 - PC3)

Port C Upper (PC4 - PC7)

Kelompok A mengendalikan fungsi dari port A dan port C Upper, sedangkan kelompok B mengendalikan port B dan port C lower, semua bagian dalam PPI 8255 tersebut dihubungkan

dengan internal data bus dan melalui internal data bus inilah data dikirim atau diterima oleh setiap port.

Disepanjang sisi sebelah kanan dari diagram dapat dilihat bahwa 8255 mempunyai 24 masukan / keluaran (I/O). Port A dapat digunakan sebagai 8 bit masukan atau sebagai 8 bit port keluaran, demikian juga dengan port C. port C dapat digunakan sebagai 8 bit port masukan / keluaran (I/O) yang terbagi atas 4 bit upper (PC4 - PC7) dan bit lower (PC0 - PC3) atau untuk menghasilkan sinyal strobe untuk port A dan B.

Sepanjang sisi kiri dari diagram terlihat keseluruhan jalur yang digunakan untuk menghubungkan 8255 pada sistem bus, delapan jalur data digunakan untuk menuliskan data berukuran byte (8 bit) pada sebuah port atau register control dan untuk membaca data yang berukuran byte dari sebuah port (A, B dan C) atau status register, kesemuanya dibawah kendali sinyal RD dan WR.

Masukan (input) A0 dan A1 berfungsi untuk memilih salah satu port dari tiga port atau digunakan untuk kontrol. Pengalamatan untuk tiap tiap port sebagai berikut , yaitu : Port A - 00 , port B - 01 , port C - 10. control 11. Pin CS merupakan jalur masukan yang diaktifkan jika berlangsung proses pembacaan atau penulisan. Pin RESET dihubungkan pada jalur reset slot sehingga ketika sistem direset, semua port 8255 diinisialisasi sebagai jalur masukan (Inputan).

4.7.1 Hubungan pin - pin 8255 dengan sistem komputer.

Untuk menghubungkan ppi 8255 ke cpu (dari IBM PC - XT) dapat dilakukan dengan menghubungkan bus data CPU ke jalur data dari PPI. IOW dan IOR dari CPU ke input WR dan RD dari PPI. Reset, A0 dan A1 dari CPU ke pin - pin PPI yang bersesuaian

Sedangkan untuk pin CS , harus diperhatikan pemetaan masukan / keluaran dari sistem mikroprosesor.

Untuk mengaktifkan chip select ini diperlukan rangkaian decoder untuk mengodekan bit - bit address yang menentukan alamat yang dituju , Untuk pemetaan I/O ini perlu diperhatikan bahwa PPI 8255 menempati empat lokasi I/O sesuai dengan jumlah registernya seperti yang telah diuraikan sebelumnya .

Keempat register tersebut yaitu register - register PZ , PB , PC , dan register control dan keempat register ini dapat diakses dengan pengaturan AO , A1 , RD dan WR .

4.7.2 Control Word 8255

Pada PPI 8255 terdapat dua jenis control word , Bit kedelapan (D7) dari control word menentukan jenis control word 8255, Jika dikirimkan jenis kontrol word , dimana D7 diaktifkan (berharga ' 1 ') maka 8255 diinialisasi sesuai dengan mode yang diinginkan . Jika D7 dinonaktifkan (berharga ' 0 ') ,maka keluaran port c akan di SET atau RESET .

4.8. ANALOG TO DIGITAL CONVERTER (ADC) 0808

ADC 0808 bekerja pada 8 bit yang dapat secara langsung dihubungkan dengan sistem mikroprosesor juga dilengkapi dengan multi plexer . Gambar 4.1 memperlihatkan pin -pin ADC 0808

ADC 0808

9	output	eoc	7
26	input 0	start	6
27	input 1	ALE	22
28	input 2	ADC	23
1	input 3	ADB	24
2	input 4	ADA	25
3	input 5	Data 7	21
4	input 6	Data 6	20
5	input 7	Data 5	19
10	Clock	Data 4	18
11	Vcc	Data 3	8
12	+ REF	Data 2	15
16	- REF	Data 1	14
13	GND	Data 0	17

gambar 4.1
ADC 0808

selected analog channel	addres line		
	c	b	a
IN 0	L	L	L
IN 1	L	L	H
IN 2	L	H	L
IN 3	L	H	H
IN 4	H	L	L
IN 5	H	L	H
IN 6	H	H	L
IN 7	H	H	H

tabel 4.1
Addrees Decoder ADC 0808

Terlihat di sebelah kiri multiplexer 3 ke 8 yaitu memilih salah satu satu dari 8 input melalui address decoder. Tabel 4.1 menunjukan kondisi input dari address line untuk

memilih input, address di latch ke dalam decoder pada saat sinyal address latch nable transisi dari rendah ke tinggi.

Selanjutnya sinyal input dimasukan ke converter yang merupakan jantung dari sistim keseluruhan. Konverter ini dibagi dalam tiga bagian yaitu 256 lader network, Succesive Approximation Register (SAR) dan Komparator.

SAR direset pada tepi positif Start Converter (SC) Konversi yang sedang berlangsung akan di mulai lagi bila menerima sinyal SC yang baru. Bagaian yang terpenting dari A / D conveter ini adalah komparator .Bagian inilah yang bertanggung jawab bagi ketelitian akhir dari keseluruhan sitim.

Untuk dapat mengoperasikan ADC 0808 perlu mengetahui sinyal-sinyal controlnya, dan bagaimana urutan pengontrolannya. Timing diagram dari ADC 0808 yang menggambarkan sinyal- sinyal kontrolnya.

Seperti yang telah disebutkan di atas ADC 0808 mulai konversi pada saat tepi turun dari sinyal start. Sebelumnya konversi dimulai dipastikan bahwa address sudah diterima dan di - latch dengan sinyal ALE dan data input sudah ada .

4.9 FUNGSI PIN ADC 0808

- START : Pada keadaan aktif high, jalur ini menandai dimulainya proses konversi (start conversi)
- DO - D7 : Jalur ini merupakan jalur input output data, semua informasi ditulis dan dibaca melalui 8 jalur data ini .
- ALE : Berfungsi untuk melatch alamat dan aktif high.

- CLK : Jalur ini merupakan address input line untuk pemilihan channel yang dikehendaki .
- INO - IN7 : Merupakan jalur input analog.
- EOC : Jalur ini menandai akhir dari proses konvers (end of conversi).
- REF + : Tegangan referensi positif +5V DC.
- REF - : Tegangan referensi negatif -5V DC.

4.10 RANGKAIAN PEWAKTU 555

IC pewaktu 555 adalah keping Ic yang sangat populer dan hampir setiap produsen membuatnya. Gambar 4.2 memperlihatkan pin dari IC 555



gambar 4.2
Konfigurasi pewaktu 5555

Dalam mode operasi penundaan waktu , dikendalikan secara tepat oleh tahanan luar dan kapasitor . Rangkaiannya dapat di picu dan diriset pada bentuk gelombang yang menurun dan struktur keluarannya dapat mengeluarkan atau menerima sampai 300 mA atau mengerjakan rangkaian TTL.

Tingkat - tingkat operasi sebuah pewaktu 555 ditunjukkan pada tabel berikut :

Tingkat operasi	Pemicu pasak 2	Ambang pasak 6	Keluaran pasak 3
A	Dibawah VLT	Dibawah VLT	Tinggi
B	Dibawah VLT	Dibawah VLT	Meningkat
C	Dibawah VLT	Dibawah VLT	Meningkat
D	Diatas VLT	Diatas VLT	Rendah

tabel 4.2
Operasi IC 555

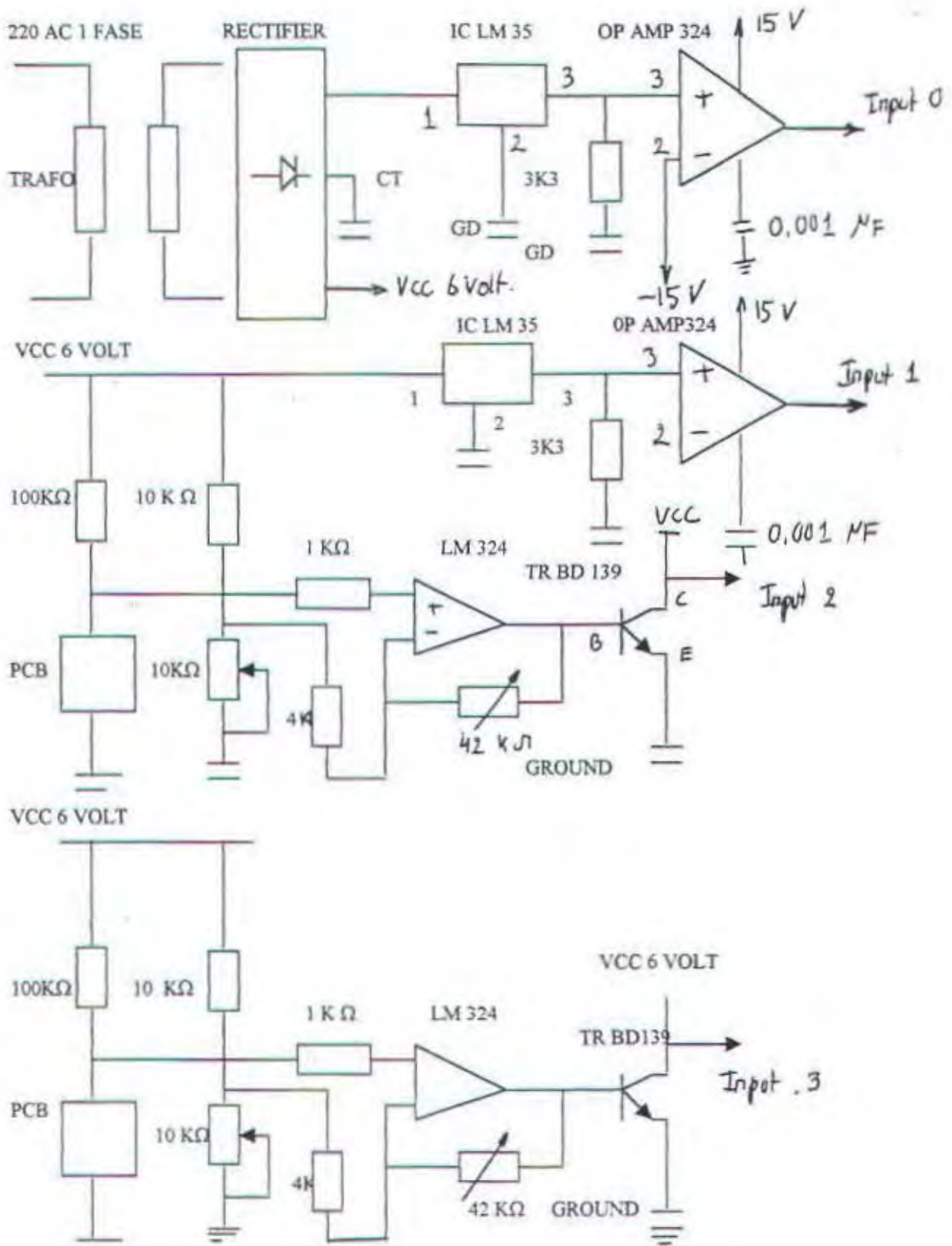
4.1.1 RANGKAIAN INTERFACE

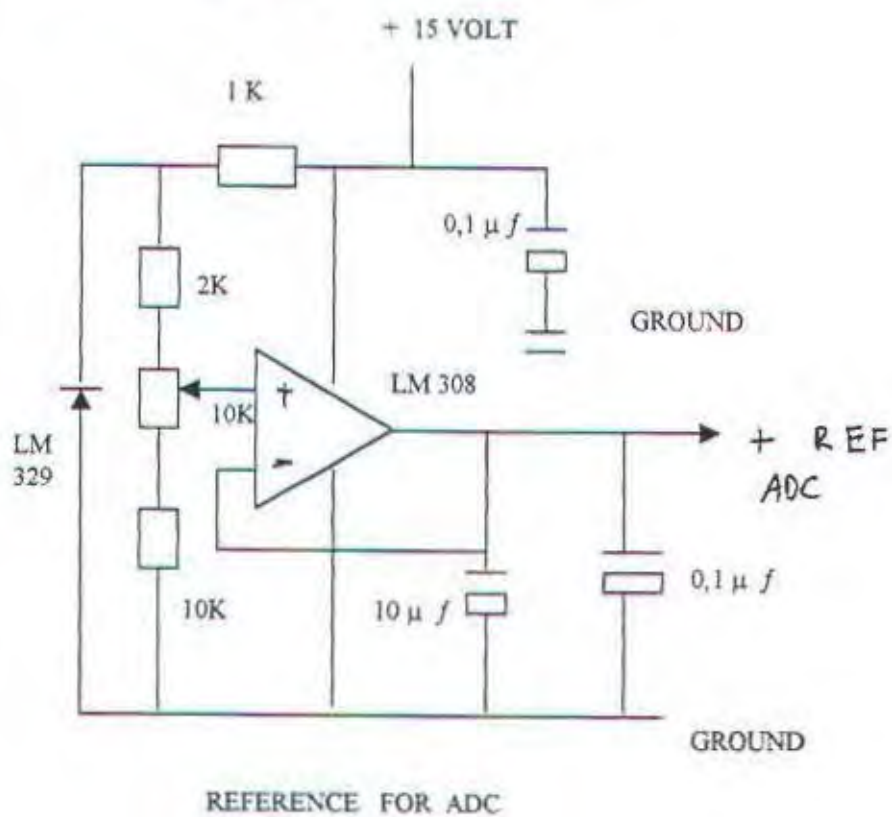
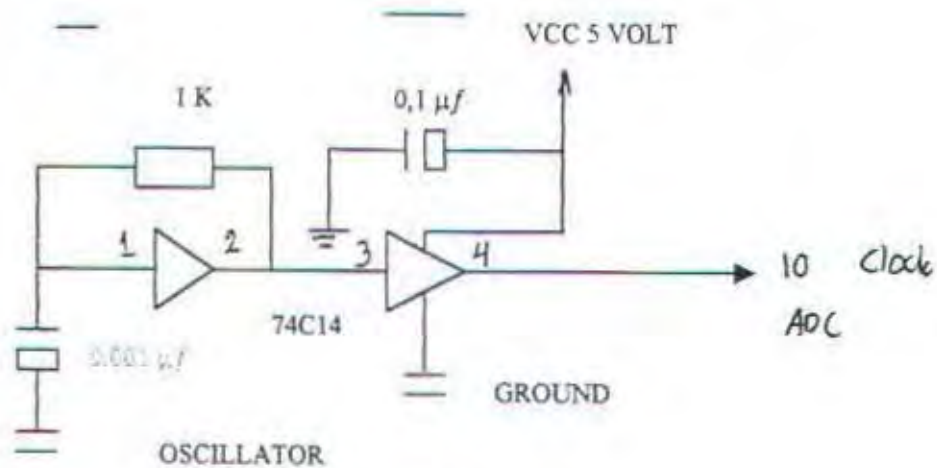
Rangkaian Interface berfungsi untuk pengontrol sinyal dari sensor yang sudah berbentuk digital sehingga dapat dikendalikan oleh computer. sensor suhu dan kelembaban pada udara luar dan udara dalam dikuatkan oleh LM 35 sebagai Operasi Amplifier (Op Amp) dan kemudian diubah dari sinyal analog menjadi signal digital. oleh ADC 0808.

Signal yang dihasilkan ADC adalah berupa signal Digital yang masuk dan dioleh oleh mikroprosesor dengan program pascal akan dihasilkan output temperatur dan kelembaban didalam dan diluar ruang muat.

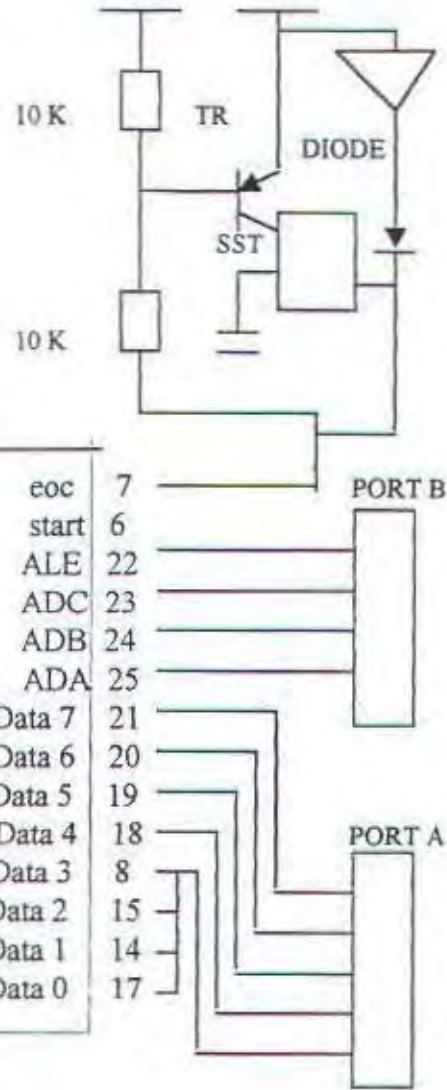
Dengan model matematika (regresi) maka temperatur dan kelembaban tersebut dapat diubah menjadi dew point. sehingga akan didapatkan dewpoint udara luar dan dewpoint udara dalam. Rangkaian Interface yang dibuat terdiri dari sebuah PPI 8255 sebagai transfer data ke komputer IBM PC dan IC 74 C14 sebagai osilator.

Gambar Sensor dan Rangkaian Interface

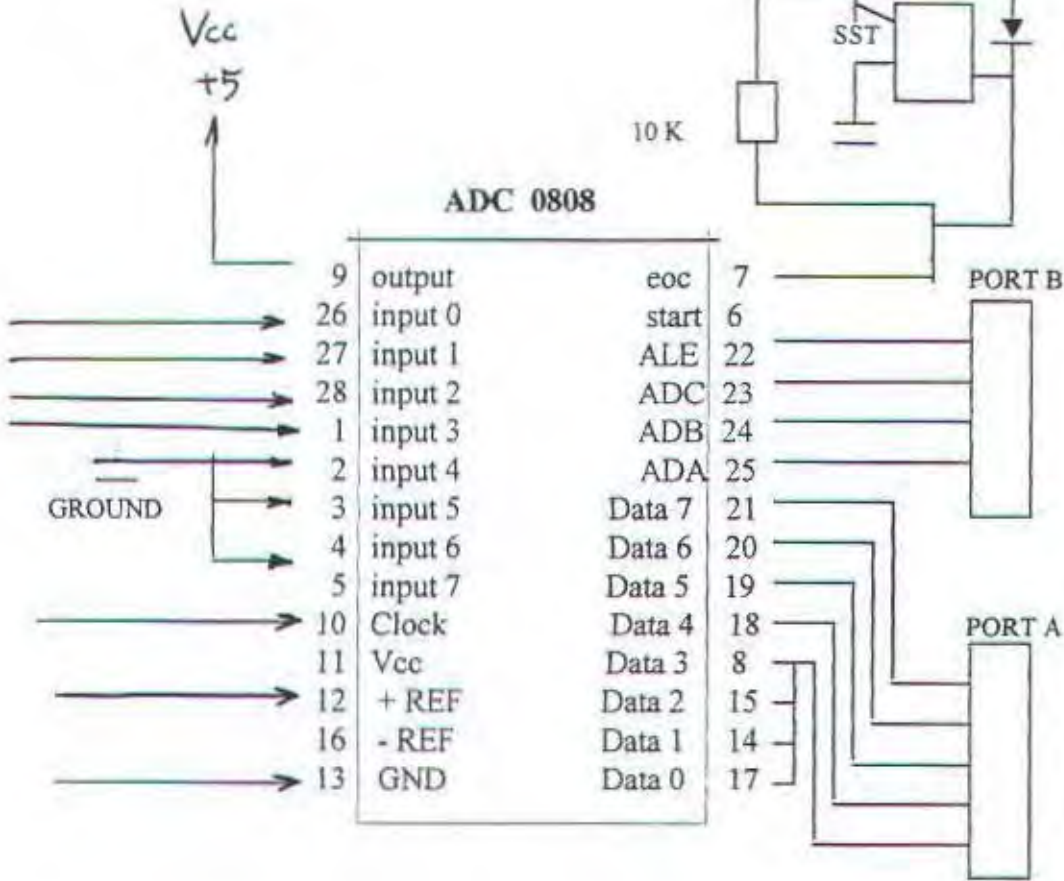


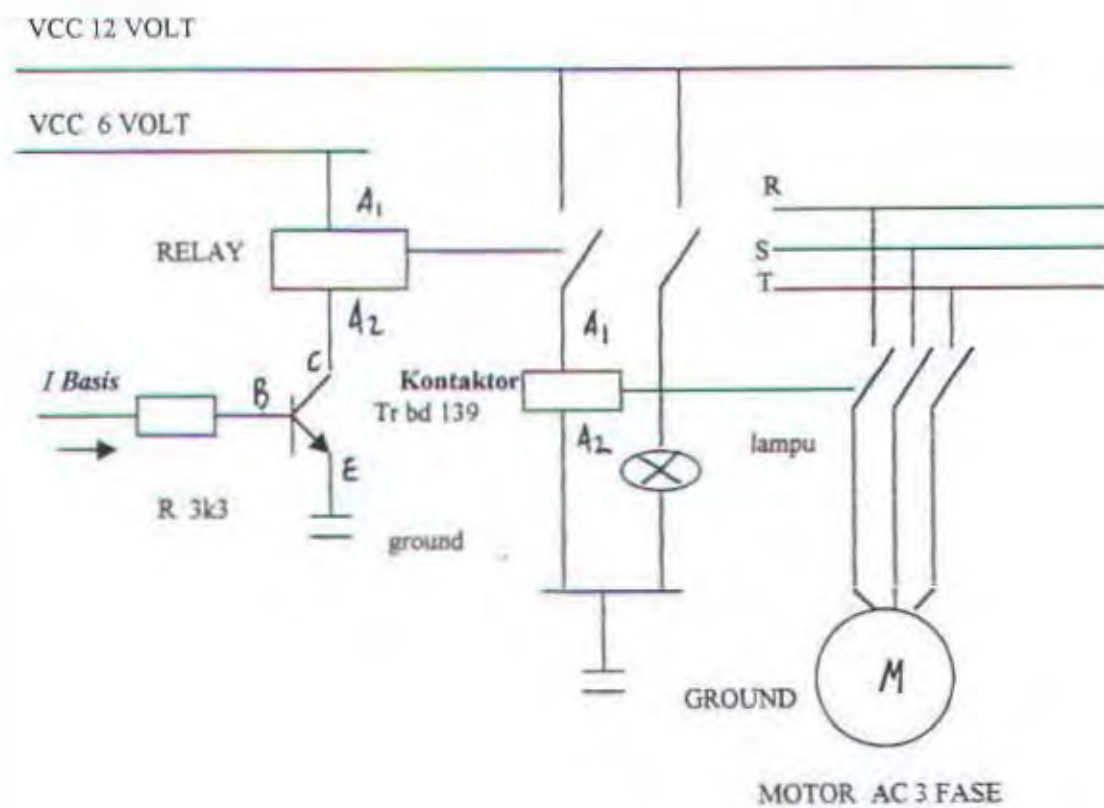
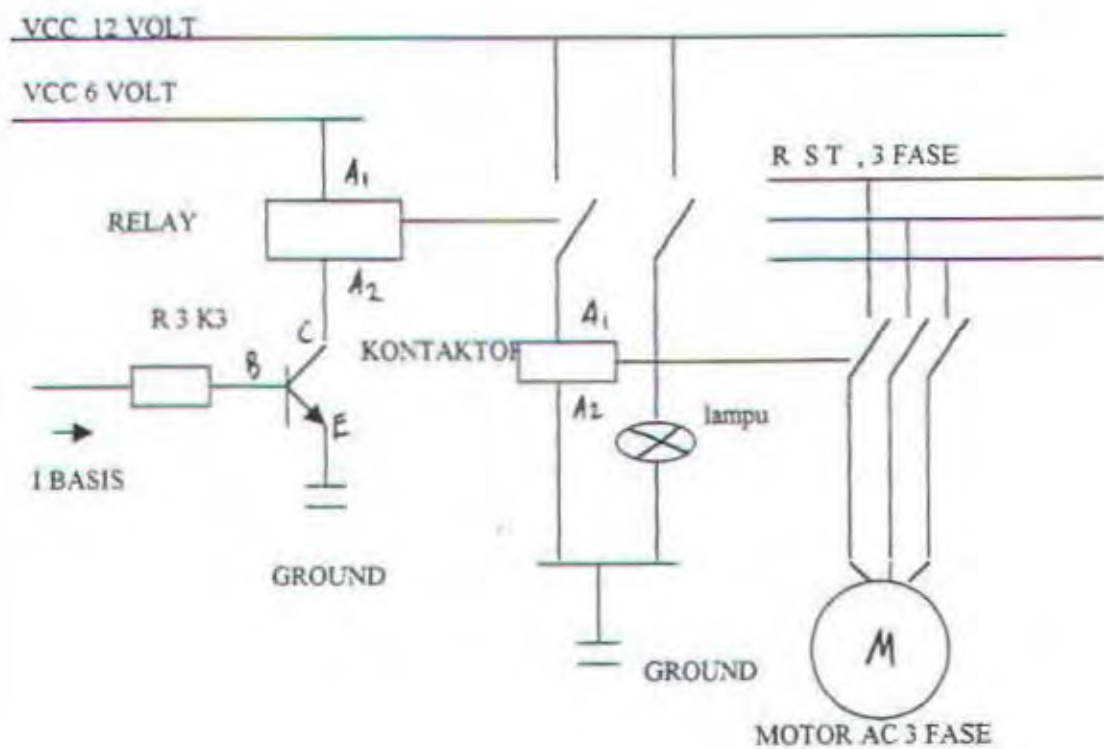


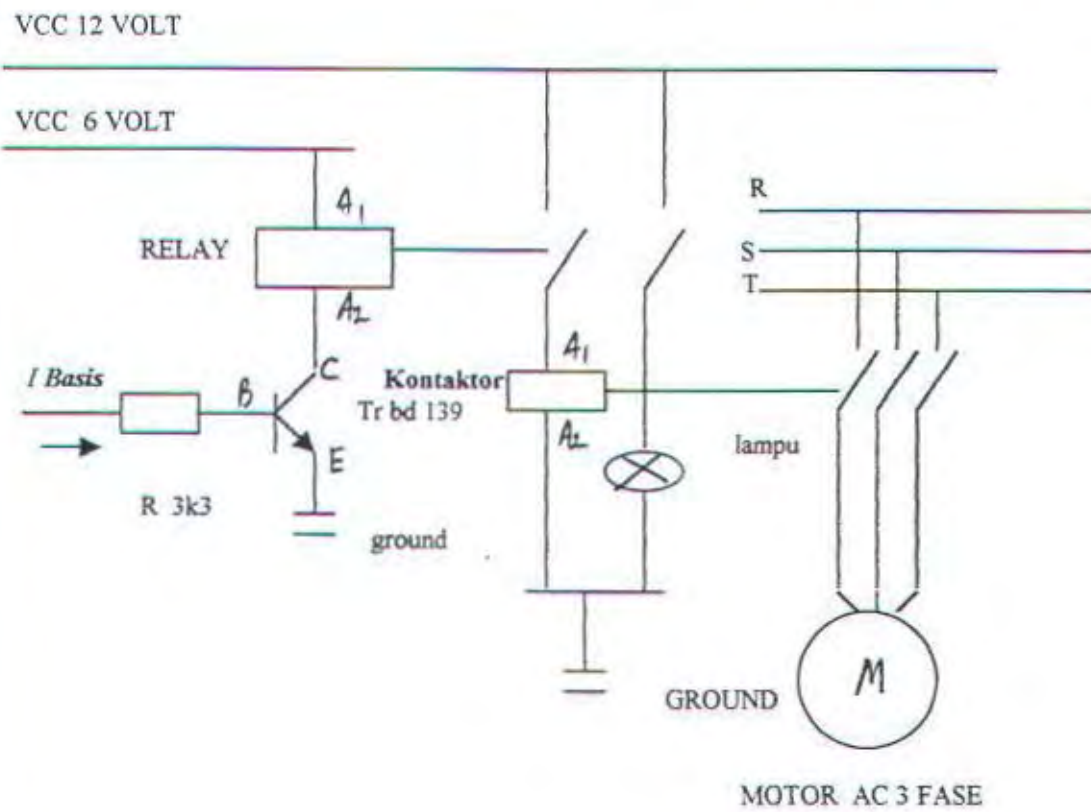
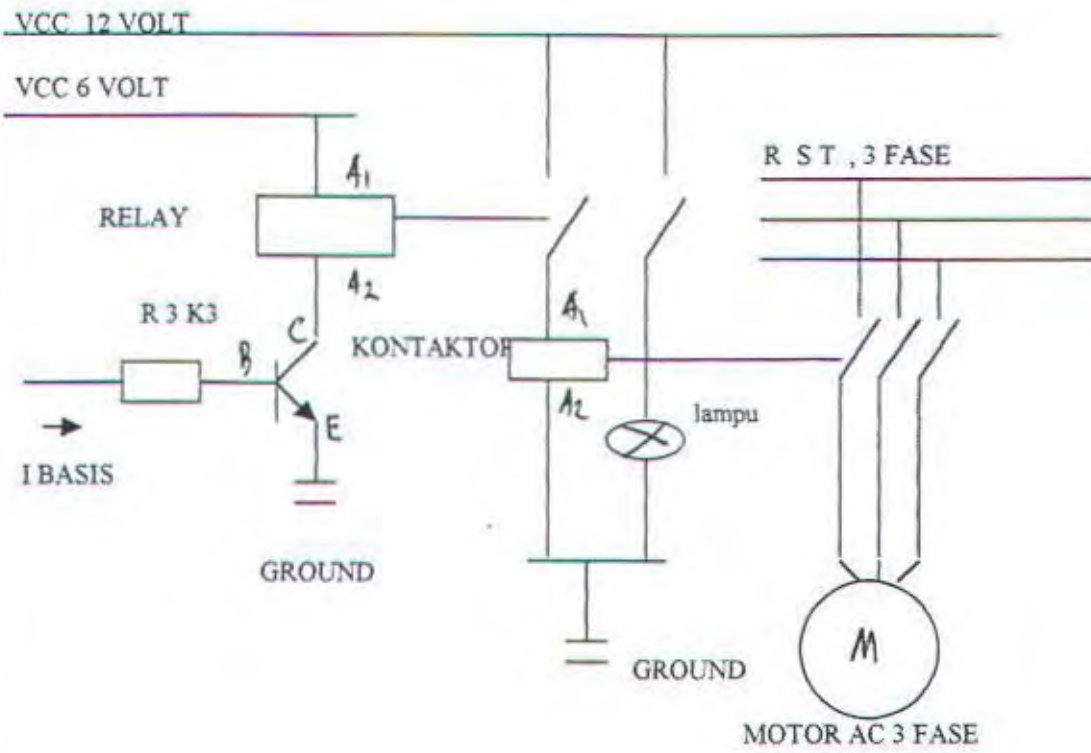
VCC 5 VOT



ADC 0808







4.12 Pengujian Peralatan

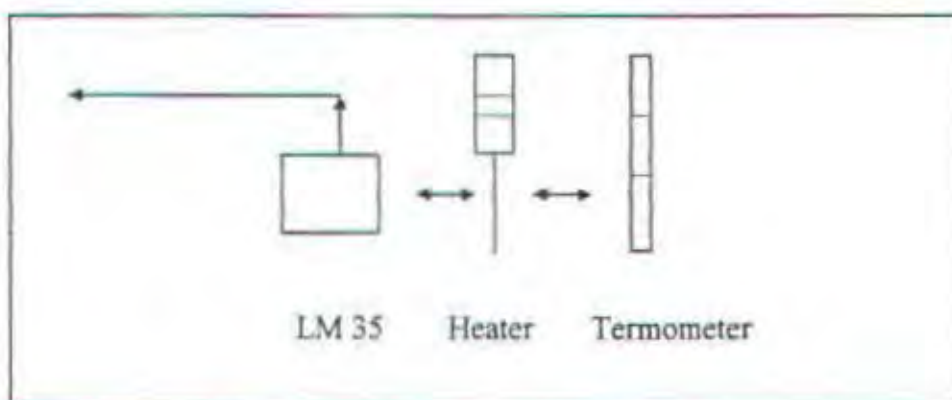
Pegujian peralatan sistim pengaturan udara pada ruang muat kapal ini diharapkan agar peralatan tersebut dapat berfungsi dengan optimal . adapun pegujian tegangan pada peralatan / piranti elektronik diharapkan agar suplay signal tersebut tidak melampaui batas tegangan yang diijinkan pada piranti tersebut. adapun pengujian tersebut antara lain :

- a. Pengujian terhadap tranduser suhu dan kelembahan.
- b. Pengujian terhadap tegangan I/O pada operasional amplifier
- c. Pengujian terhadap Analog Digiotal Converter (ADC)
- d. Pengujian terhadap Interface PPI 8255.

4.13 Pengukuran Peralatan

A. Pengukuran sensor suhu

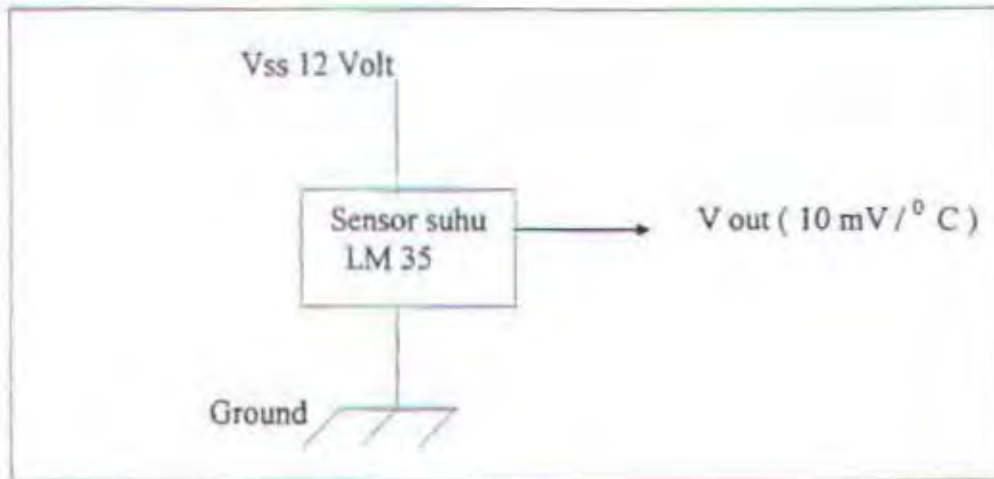
Untuk pengukuran suhu dan tegangan IC LM 35 ini dilakukan untuk mengetahui fungsi suhu dan tegaagan serta tingkat kebenaranya keluaran dari sensor tersebut. Adapun metode pengukuran suhu dan tegangan dari sensor IC LM 35 ditunjukkan oleh gambar:



Gambar 4.3

Metode pengukuran suhu dan tegangan IC LM 35

Tegangan keluaran dari rangkaian sensor suhu IC LM35 diukur seperti pada rangkain dibawah ini :



Gambar 4.4

Rangkaian pengukuran IC LM 35

Untuk pengukuran temperatur air, digunakan termometer dan IC LM 35, termometer dimasukkan kedalam air terlebih dahulu IC LM 35 dibungkus dengan untuk mecegah terjadinya kerusakan, sedangkan untuk menaikkan temperatur digunakan heate, Hasil pengukuran suhu dan tegangan IC LM 35 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Suhu Termometer	V out LM 35	Suhu Termometer	V out LM 35
26	0,23	31	0,31
27	0,27	32	0,32
28	0,28	33	0,33
29	0,29	34	0,34
30	0,30	35	0,35

Tabel 4.3

Hasil Pengukuran rangakaian sensor suhu

Untuk pengukuran temperatur udara digunakan termometer . IC LM 35 dan termometer dimasukkan kedalam air setelah terlebih dahulu IC LM 35. Sedangkan untuk menaikkan suhu air digunakan pemanasi air (heater) ,

Tabel 5.2 menunjukkan pengukuran antara tegangan dan suhu untuk keseluruhan rangkaian

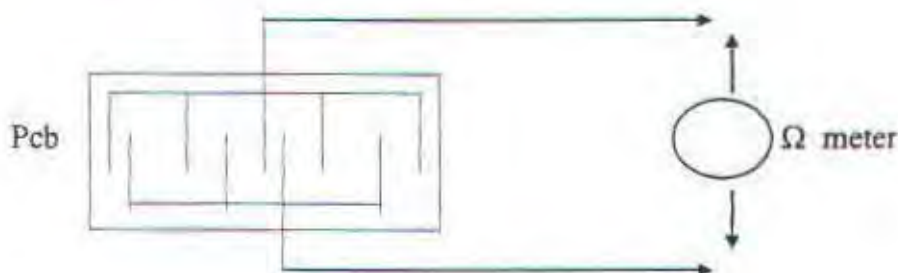
Suhu ⁰ C termometer	V out (Volt) IC LM 35	V out (Volt) Amp	Monitor	Suhu Error
26	0,26	8,1	26,2	0,7 %
27	0,27	8,4	27,3	1 %
28	0,28	8,6	28,4	1 %
29	0,29	8,8	29,1	0,3 %
30	0,30	9,0	30,6	2 %
31	0,31	9,2	31,6	2 %
32	0,32	9,4	32,9	2 %
33	0,33	9,6	33,2	0,6 %
34	0,34	9,8	34,6	2 %

Tabel 4.4

Hasil pengukuran dan kesalahan

B. Pengukuran Hambatan Sensor Kelembaban

Adapun metode yang dipakai adalah dengan memberikan suatu kelembaban buatan dengan cara menyemprotkan air ke permukaan pcb sebagai sensor dan melihat bagai mana karakteristik hambatan yang dihasilkan dari sensor tersebut.



Gambar 4.5

Pengukuran hambatan Pcb

Pada Pcb memiliki hambatan yang sangat tinggi , Hambatan akan berkurang apabila permukaan konduktornya terkena uap air / butiran butiran air, semakin tinggi tingkat kelembasan pada pcb maka makin rendah hambatan yang dihasilkan sehingga dengan sinyal beda tahanan dapat dijadikan inputan fungsi kontrol

Tingkat Kelembaban	Tahanan (Ω)
Kering	2 M
Sedang	10 K
Lembab	1

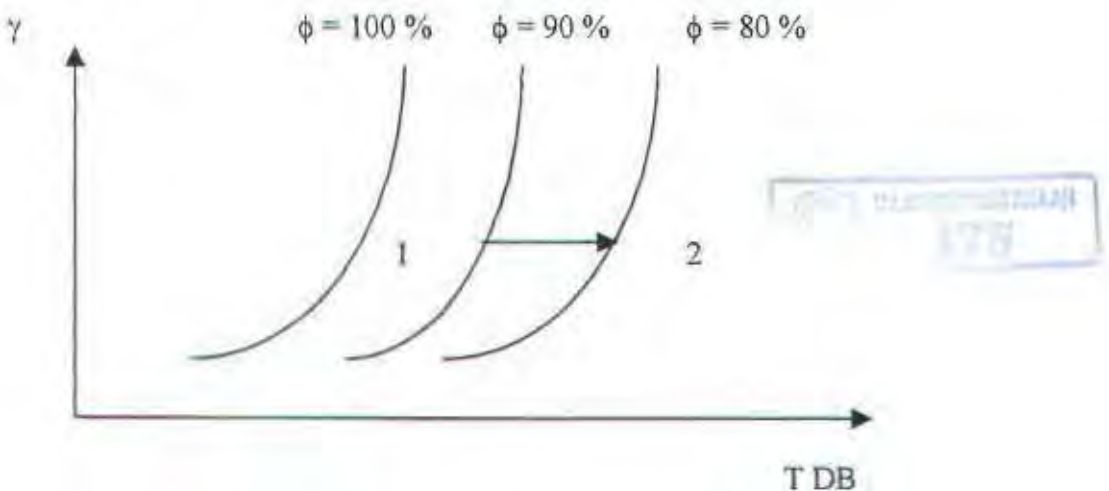
Tabel 4.5

Hasil pengukuran tahanan sensor kelembaban

BAB V

PERANCANGAN SISTIM PENGATURAN UDARA

Pada perancangan sistim pengaturan udara ini akan diperhitungkan jika sistim ventilasi, sistim resirkulasi dan sistim penambahan udara kering dapat bekerja. Dengan menggunakan diagram Psikrometri sebagai diagram proses untuk proses proses sistim pengaturan udara, contohnya : pemanasan bertekanan konstan tidak akan mengubah kelembaban spesifik tetapi mengubah kelembaban relatif, proses ini seperti ini diperlihatkan didalam gambar 51

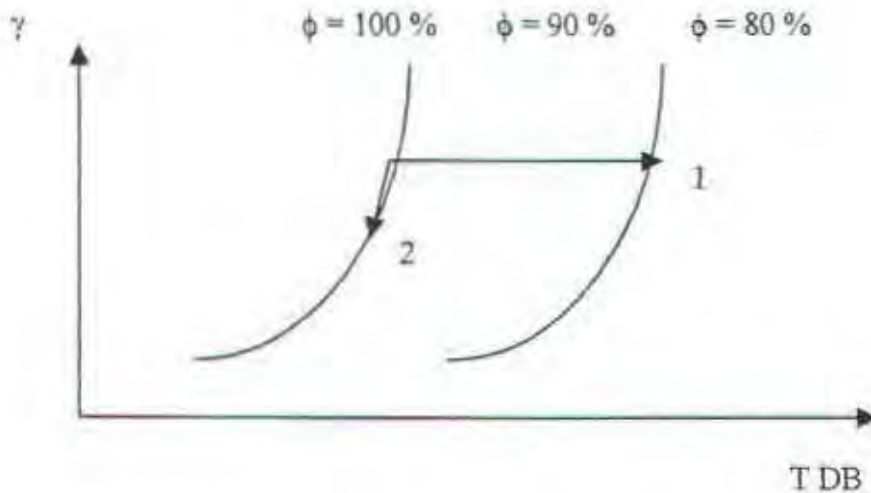


Gambar 5.1

Pemanasan menurunkan kelembaban relatif

Pendinginan bertekanan konstan tidak mengubah kelembaban spesifik kecuali jika campuran tersebut didinginkan sampai temperatur kejenuhan adiabatik. Pendinginan

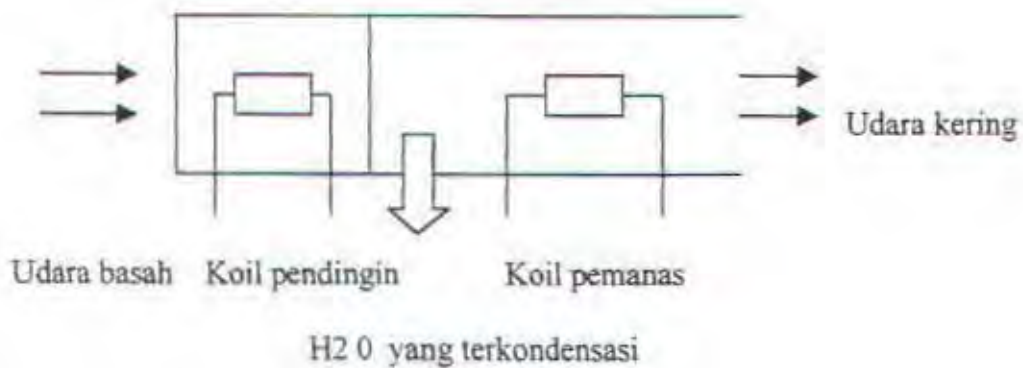
lebih lanjut kemudian akan mengakibatkan pengembunan kondensasi dan penurunan kelembaban spesifik dan proses seperti ini dapat diperlihatkan pada gambar 5.2.



Gambar 5.2

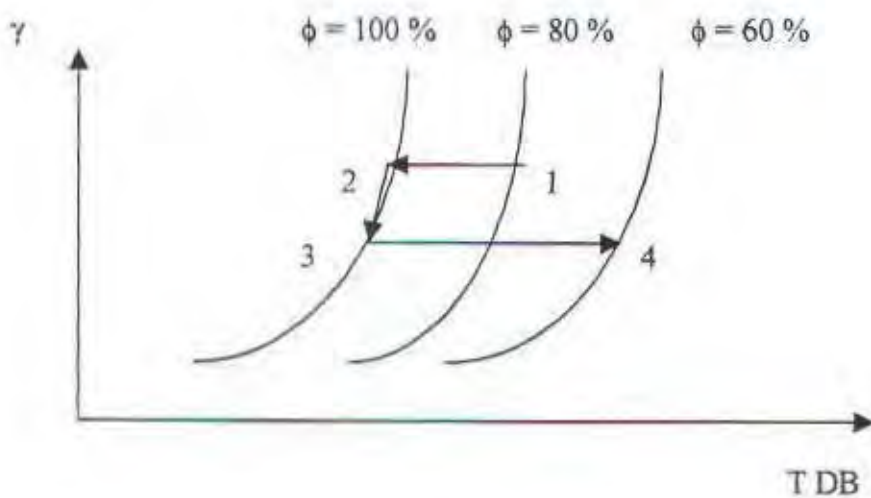
Suatu proses pendinginan dengan kondensasi

Penurunan kelembaban (dehumidification) dapat dicapai dengan mula mula mendinginkan, lalu mengkondensasikan sebagian dari uap dan kemudian memanaskan campuran tersebut . Skema perangkat keras dan pernyataan proses (pada diagram psikromeri) untuk suatu sistim yang dapat menghasilkan proses ini ditunjukkan pada gambar 5.3 .



Gambar 5.3

Penurun kelembaban (dehumidifikasi)



Gambar 5.4

Diagram menurunkan kelembaban

Beberapa jenis pengkondisian udara (ac) komersial menggunakan pendingin semprot (spray cooling) dimana air dingin disemprotkan kedalam udara, dengan demikian menurunkan temperatur dibawah titik embun awal , jadi memungkinkan tercapainya penurunan kelembaban netto apabila campuran tersebut dipanaskan sitim

5.1 Proses sistim pengaturan udara

Proses yang mempunyai peranan penting dalam sistim pengaturan udara adalah adalah proses pencampuran adiabatik, dimana aliran udara basah dicampurkan. Tingkat keadaan akhir yang akan ditentukan adalah volume atur yang ditunjukkan dengan balans masaa bagi udara memberikan :

$$M_{a3} = M_{a1} + M_{a2}$$

Balansa massa untuk air dapat dituliskan sebagai

$$M_{a3} \gamma_3 = M_{a1} \gamma_1 + M_{a2} \gamma_2$$

Dengan berbagai idealisasi yang tepat balans energi dapat ditulis sebagai

$$M_{a1} h_1 = M_{a2} h_2 + M_{a3} h_3$$

Apabila berbagai laju aliran dan tingkat keadaan tunak masuk dapat diketahui, maka membentuk tiga persamaan dengan M_{a3}, γ_3, h_3 sebagaitiga besaran yang tak dapat diketahui, dan pemecahanan nya mudah dilakukan dengan perhitungan dibawah ini Pada udara 2000 ft³ / menit udara pada 1 atm, 50 °F, $\phi = 0,8$ dicampurkan dengan 1500 ft³ / menit udara pada 1 atm 100 °F, $\phi = 0,6$ terlebih dahulu kita harus menentukan laju aliran massa udara kering dalam kedua aliran tersebut, untuk melakukan hal ini diperlukan nilai volume spesifik udara yang kadang kadang ada pada psikrometri diagram, diagram dalam bukuini tidak berisi data ini sehingga kita perlu melakukan perhitungan pada 50 °F dengan $\phi = 0,8$.

$$P_w = 0,80 \times 0,178 = 0,142 \text{ psia}$$

$$\text{Kemudian } v_1 = RT / P_a$$

$$v_1 = 53,3 \times 510 / (14,7 - 0,142) \times 144$$

$$v_1 = 12,97 \text{ ft}^3 / \text{lbm udara kering}$$

oleh karena itu

$$\begin{aligned}
 M_{a1} &= 2000 / 12,97 \\
 &= 154 \text{ lbm udara kering / menit} \\
 M_{a2} &= 1500 / 14,66 \\
 &= 102 \text{ lbm udara kering / menit}
 \end{aligned}$$

sekarang dari diagram psikrometrik kita dapatkan :

$$\begin{aligned}
 \gamma_1 &= 0,0061 \text{ lbm H}_2\text{O} / \text{lbm udara kering} \\
 \gamma_2 &= 0,0254 \text{ lbm H}_2\text{O} / \text{lbm udara kering} \\
 h_1 &= 19 \text{ Btu / lbm udara kering} \\
 h_2 &= 52 \text{ Btu / lbm udara kering}
 \end{aligned}$$

kemudian dari persamaan

$$M_{a3} = 154 + 102 = 256 \text{ lbm udara kering / menit}$$

Sesudah itu dari persamaan

$$\begin{aligned}
 \gamma_3 &= (0,0061 \times 154) + (0,0254 \times 102) / 256 \\
 &= 0,138 \text{ lbm / H}_2\text{O} / \text{lbm udara kering (97 butiran H}_2\text{O} \\
 &\quad \text{udara kering)}
 \end{aligned}$$

akhirnya dari persamaan

$$\begin{aligned}
 h_3 &= (19 \times 154) + (52 \times 102) / 256 \\
 &= 32 \text{ btu / lbm / udara kering.}
 \end{aligned}$$

H₃ dan γ_3 menentukan tingkat keadaan 3 dalam diagraf psikrometri kita dapatkan ;

$$\phi_3 = 0,85 \text{ dan } T_3 = 71^\circ\text{F}$$

Penerapan lain pengkondisian udara (ac) untuk mendinginkan berbagai rumah didaerah rumah yang berudara panas dan kering dengan pendinginan evaporatif (

evaporative cooling), dalam hali ini disemprotkan ke udara atau dihembuskan menembus lempengan kassa yang menembus dibasai air.,

Perangkat ini adalah tidak lain penjenuhan adiabatik, tetepi dalam hal ini penjenuhan sempurna tidak perlu tercapai, sebelum ini telah dibahas keabsahan pendekatan h konstan pada proses ini dan h tergantung pada hanya temperatur bola basah.

Dengan mengandaikan bahwa $T_1 = 105^\circ \text{F}$, $\phi = 0,1$, $T_2 = 80^\circ \text{F}$, dengan diagram Psikrometri menunjukkan bahwa udara keluar mempunyai kelembaban relatif sekitar 48 persen, kondisi seperti ini jauh lebih nyaman dibandingkan dengan udara masuk yang sangat panas dan kering.

Banyaknya air yang diperlukan oleh perangkat sedemikian dapat juga ditentukan dari diagram psikrometri, karena $\gamma_1 = 34$ butiran / lbm / udara kering, air pengganti adalah 40 butiran atau 0,0057 lbm air / lbm udara, Suatu pendinginan yang lazim digunakan dapat mempunyai laju aliran sebesar $5000 \text{ ft}^3 / \text{menit}$. Dan pada 105°F kerapatan adalah $= 0,070 \text{ lbm} / \text{ft}^3$,

5.1.1 Pencampuran Adiabatik dari dua aliran udara

Proses yang terjadi dalam sistim pengkondisian udara adalah pencampuran adiabatik dari dua aliran udara, gambar Psikrometri menunjukkan masalahnya, jika pencampuran adalah adiabatik maka harus dibagi dalam tiga persamaan :

$$M a_1 + m a_2 h_2 = m a_3 h_3$$

$$M a_1 + m a_2 = m a_3$$

$$M a_1 W_1 + m a_2 W_2 = m a_3 W_3$$

Eliminasi dari $m a_3$ didapatkan :

$$h_1 - h_3 / h_3 - h_1 = W_2 - W_3 / W_3 - W_1 = m a_1 / m a_2$$

Sesuai dengan grafik psikrometri, titik dari hasil campuran terletak pada garis lurus yang menghubungkan dua titik aliran yang dicampur. Misalnya: aliran udara luar 5000 cfm pada 40 F dry bulk temperature dan 35 F thermodynamik wet bulb temperature secara adiabatik dicampur dengan 15 cfm dari udara sirkulasi ulang pada 75 F dry bulb temperature dan 50 % rh, tentukan dry bulb temperature dan termodinamik wet bulb temperature dari hasil campuran yaitu: pada titik 1 dan titik 2 diletakkan pada grafik psikrometrik, maka $v_1 = 12,65 \text{ ft}^3 / \text{lb}$ udara kering dan $v_2 = 13,68 \text{ ft}^3 / \text{lb}$ udara kering, sedangkan:

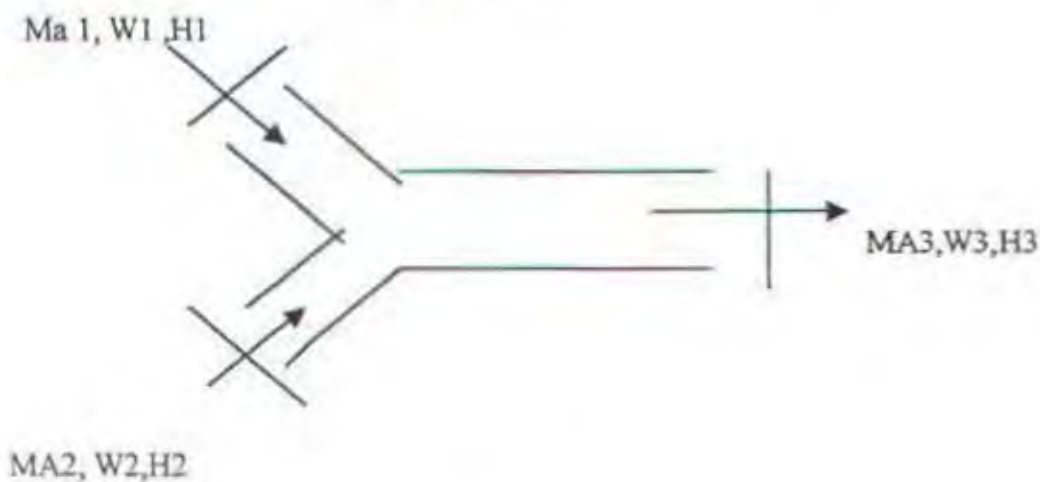
$$M a_1 = (5000 / 12,65) = 395 \text{ lb udara kering / min}$$

$$M a_2 = (15 / 13,68) = 1096 \text{ lb udara kering / min}$$

Sesuai dengan persamaan:

$$\text{Line } 3 - 2 / 1 - 3 = m a_1 / m a_2 = 0,375.$$

Panjang line 1-3 adalah 0,375 lebih panjang daripada line 1 - 2 dengan menggunakan garis maka didapat nilai $t_3 = 65,9$ dan $56,6$



Gambar 5.5

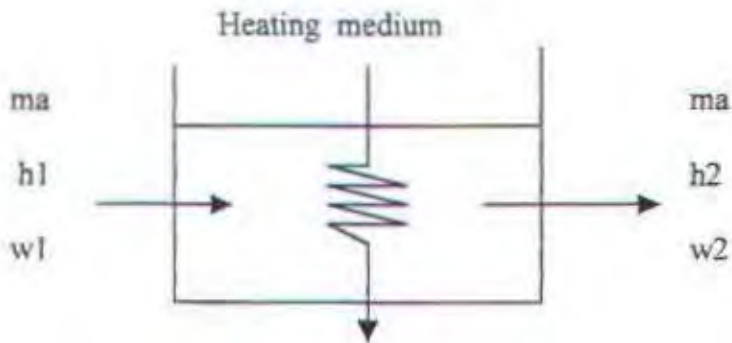
Pencampuran adiabatik dari dua aliran udara

perpotongan dari $t = 100\text{ F}$ dan $W_{a1} = W_2 = 0,00428\text{ lb air / lb udara kering}$, maka $h_2 = 28,77\text{ Btu / lb udara kering}$, aliran massa udara adalah :

$$m_a = [(20.000) (60) / 12,55] = 95,620\text{ lb udara kering / hr}$$

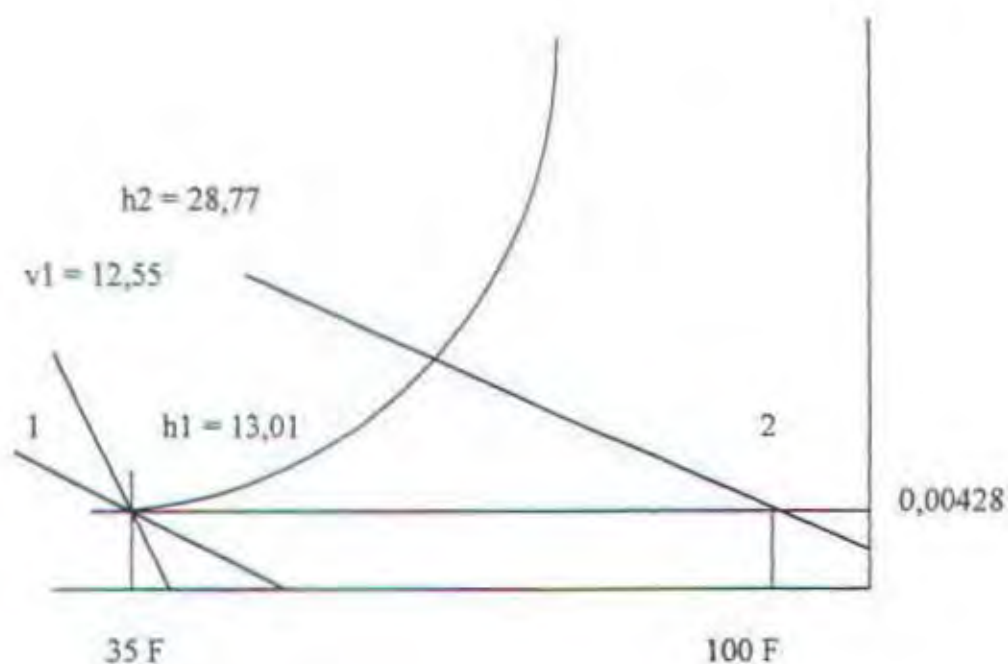
dari persamaan

$$q_2 = (995,620) (28,77 - 13,01) = 1,507,000\text{ Btu h}$$



Gambar 5.7

Peralatan untuk Pemanasan Udara Lembab



Gambar 5.8

Penyelesaian Skematik Pemanasan Udara Lembab

5.2 Pengontrolan Otomatik Sistim Pengaturan Udara

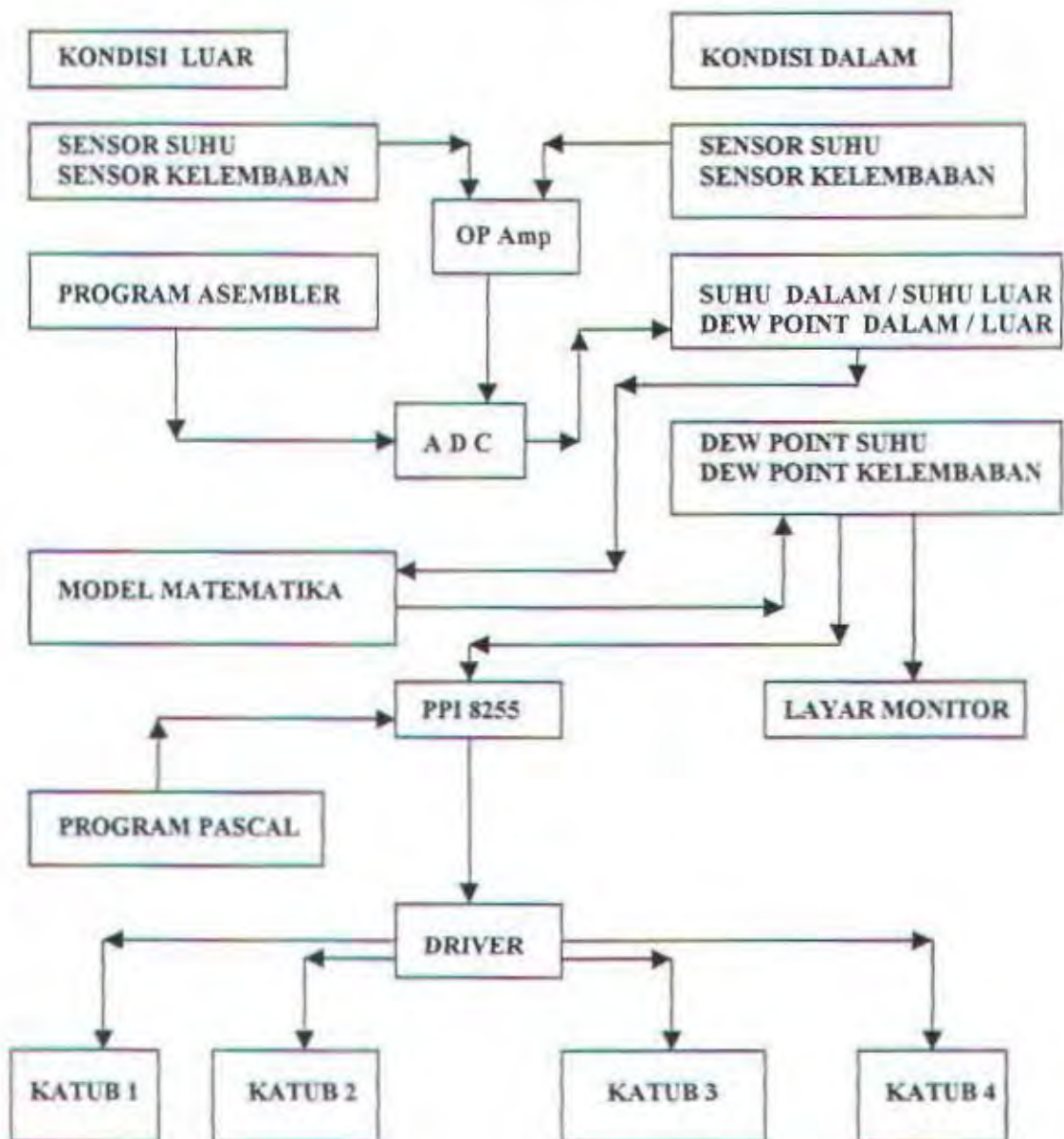
Pengontrolan sistim pengaturan udara ditunjukkan untuk mengatur kerja sistim kontrol supaya dapat diambil langkah langkah , sehingga dapat mempertahankan kondisi ruangan pada tingkat yang diinginkan, Tingkat keadaan tersebut dinyatakan dalam temperatur dan kelembaban relatif, dengan demikian pengontrolan tersebut mencakup menghentikan atau menjalankan mesin jika suatu tingkat keadaan ruangan sudah tercapai , disamping itu secara otomatis menghentikan kerja mesin dalam keadan darurat.

Rangkaian kontrol yang digunakan terdiri dari dua rangkain, rangkain utama 9 rangkaian daya , (yang melayani kebutuhan daya listrik untuk menjalankan motor listrik

dan mesin pengering udara) dan kedua adalah rangkaian operasional (rangkaian control digunakan untuk mengontrol kondisi temperatur dan kelembaban setiap saat .

5.3 Bagian Kontrol Otomatik

Untuk mengatur kerja sistim pengaturan udara diperlukan beberapa komponen utama , yaitu :



Bagian deteksi (sensor) : Berfungsi menyatakan besarnya temperatur dan kelembaban didalam ruang muat dan diluar ruang muat sehingga dengan mudah dapat diketahui besarnya setiap saat.

Bagian Control : Terdiri dari beberapa rangkaian yang terpadu dan terkendali dan dibagi menjadi :

1. ADC : Piranti elektronika yang merubah besaran analog dari rangkaian sensor suhu dan kelembaban yang diambil dari sinyal penguatan operasi amplifier.
2. Bahasa Asembler : program yang dapat membaca sinyal analog yang dihasilkan oleh Operasi amplifier untuk kemudian memberikan strat konversi pada mikroprosesor
3. Bahasa Pascal : program yang dapat memberikan fungsi alih pembacaan pada diagram Psikrometri dengan diketahui temperatur dan kelembaban sehingga dapat diketahui dew point secara cepat dengan pendekatan metode Regresi.
4. Interface PPI 8255 : Piranti elektronika yang berfungsi untuk mentransformasi sinyal dari regresi yang didapat dan selanjutnya diberikan signal pada data bus pada port yang ada.

Bagian Operasi

Bagian operasi yang bertujuan untuk menerima signal dari bagian kontrol dan selanjutnya menjalankan bagian mesin yang bersangkutan

Boleh dikatakan bahwa dasar dari pengontrolan penyegaran udara adalah mengontrol temperatur dan kelembaban didalam dan diluar ruang muat kapal., susunan komponen dan kerja sistem kontrol dari sistim penyegaran udara dapat dilihat sbb:



Dalam sistem kontrol tersebut diatas , temperatur udara ruangan dideteksi kemudian mengirimkan sinyal tersebut kebagian kontrol yang akan menghasilkan sinyal pengoreksi kebagian operasi.

Jadi dalam rangkaian sistem kontrol akan terjadi aliran sinyal , dimana sinyal yang keluar dari satu komponen akan menjadi masuk kekomponen berikutnya, sehingga secara keseluruhan akan merupakan rangkaian tertutup .

5.4 Sistem Pengaturan Katub

Sistem Pengaturan kondisi udara pada ruang muat kapal adalah berfungsi untuk mencegah terjadinya kondensasi pada muatan atau konstruksi badan kapal. Tujuan ini dapat dicapai dengan memilih metode yang tepat untuk mengoperasikan sistem sesuai dengan hasil tampilan pada layar monitor.

Pengoperasian sistem sirkulasi dalam ruang muat sesungguhnya sangatlah sederhana , setiap ruang muat dilengkapi dengan sistem sirkulasi dari ruang suplay dan dari ruang pembuangan , bagaimana cara pengoperasian sistem ini adalah sangat mudah , yaitu ada 3 studi permasalahan :

@ Jika *dew point* dari udara luar lebih rendah daripada *dewpoint* udara dalam ruang muat maka ventilasi yang cepat akan mengisi ruang muat dengan dew point udara luar yang lebih rendah., maka katub suplay udara luar dan katub pembuangan dionkan.

@ Jika *dew point* dari udara luar lebih rendah lebih besar daripada *dewpoint* udara dalam ruang muat maka di sirkulasi ulang, jika *dewpoint* yang tinggi dari udara luar bersinggungan dengan muatan atau konstruksi yang dingin kemungkinan akan terjadi kondensasi, untuk memastikan bahwa *dewpoint* dari udara dalam ruang muat tidak naik secara cepat, udara kering unit cargo caire harus ditambahkan ketika sistem pada keadaan sirkulasi ulang. Maka katub intake dan out let udara kering pada ruang mesin dimasukkan pada ruang muat. Sampai beberapa lama.

@ jika *dew point* udara luar lebih rendah daripada *dewpoint* udara dalam ruang muat, tetapi temperatur luar turun dengan cepat maka tambahkan udara kering.

Dengan kondisi *dew point* ini sistem akan berventilasi dengan tepat tetapi turunya temperatur luar akan mendinginkan temperatur konstruksi sampai dibawah *dew point* dari udara dalam ruang muat maka akan menyebabkan kondensasi, Udara kering pada pengering udara ditambahkan pada *dewpoint* udara luar untuk menjaga *dew point* udara dalam ruang muat selalu dibawah temperatur konstruksi, maka katub ventilasi in ruang muat buka, katub intake / outlet udara kering dimasukkan dalam ruang muat.

BAB VI

KESIMPULAN DAN PENUTUP

6.1 KESIMPULAN

Berdasarkan uraian perancangan sistim pengaturan udara secara otomatis dengan kompuer pada ruang muat kapal (Bulk Carrier), yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perancangan sistim pengaturan udara pada ruang muat kapal akan mengontrol parameter parameter berupa :
 - a. Pengontrolan terhadap suhu diluar dan didalam ruang muat
 - b. Pengontrolan terhadap kelembaban didalam dan diluar ruang muat.
2. Pengontrolan suhu dan kelembaban pada ruang muat kapal digunakan untuk menentukan dew point pada psikrometri chart.
3. Pengontrolan ini dengan cara membandingkan dew point luar dan didalam ruang muat, sehingga :

@ jika *dew point* dari udara luar lebih rendah daripada *dewpoint* udara dalam ruang muat maka ventilasi yang cepat dfan akan mengisi ruang muat dengan dew point udara luar yang lebih rendah.

@ jika *dew point* dari udara luar lebih rendah lebih besar daripada *dewpoint* udara dalam ruang muat maka di sirkulasi ulang, jika dewpoint yang tinggi dari udara luar bersinggungan dengan muatan atau konstruksi yang dingin kemungkinan akan terjadi kondensasi, untuk memastikan bahwa dewpoint darui udara dalam ruang muat tidak naik

secara cepat, udara kering unit cargo caire harus ditambahkan ketika sistem pada keadaan sirkulasi ulang.

@ jika *dew point* udara luar lebih rendah daripada *dewpoint* udara dalam ruang muat, tetapi temperatur luar turun dengan cepat maka tambahkan udara kering.

Dengan kondisi dew point ini sistem akan berventilasi dengan tepat tetapi turunya temperatur luar akan mendinginkan temperatur konstruksi sampai dibawah dew point dari udara dalam ruang muat maka akan menyebabkan kondensasi, Udara kering pada pengering udara ditambahkan pada dewpoint udara luar untuk menjaga dew point udara dalam ruang muat selalu dibawah temperatur kontruksi.

4. Alat ini akan lebih sempurna jika ditambahkan dengan peralatan pengering uap air (silical gel)

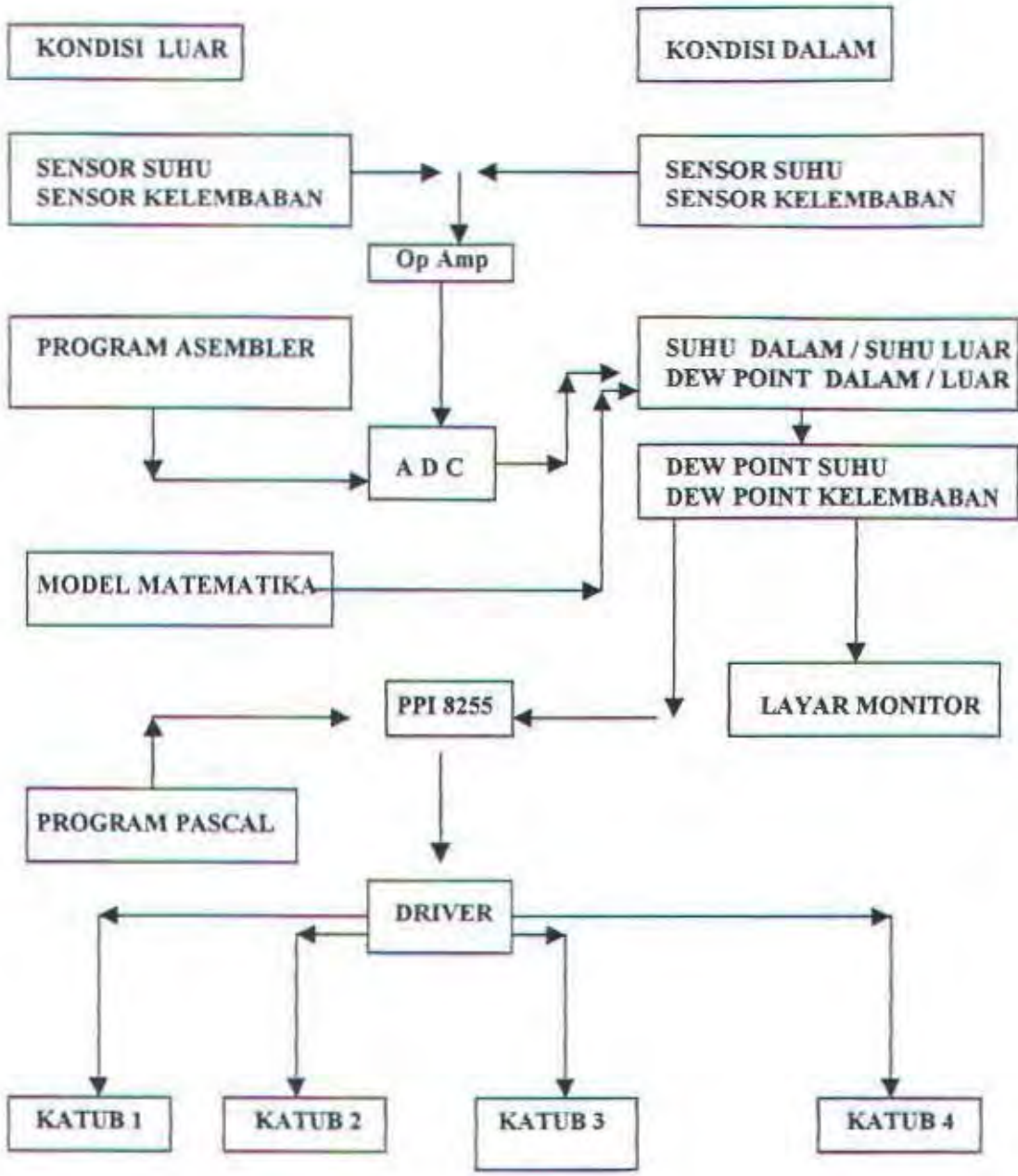
6.2 S A R A N

1. Penentuan kerja rangkaian disarankan untuk melihat kondisi dew point luar dan dew point dalam pada ruang muat kapal.
2. Pembukaan dan penutupan katub disarankan dengan elektronik valve untuk bekerja secara on atau off.
3. Membuat aplikasi dengan menambah fasilitas lainnya atau aplikasi peralatan yang lain.
4. Dengan terbatasnya waktu pengerjaan alat ini, maka kami mengakui bahwa alat yang dibuat ini belum memenuhi harapan yang diinginkan, alat ini dapat dikembangkan bukan hanya untuk pengaturan udara pad ruang muat kapal saja, tetapi juga pada industri didarat pada stororage / penyimpanan tembakau, bijian dan bahan bahan industri.

DAFTAR PUSTAKA

1. Pengaturan udara dan sistem pendingin, *Ir Alam Baheramsyah, MSc dan Ir.Made Ariana.*
2. Teknik Listrik Perkapalan , *Ir. Sardono Sarwito. MSc.*
3. Penyegaran Udara , *Wiranto Arismunandar 1986.*
4. Buletin Ikatan Marine Engineer Edisi Kesembilan April 1997.
5. Merchant Ship A Pictorial Study By *John H.L.A.Dage Cornell Maritime Press Cambridge Maryland .*
6. Handbook of Heating Ventilating and Air Conditioning Equipment.
7. Pengawetan Makanan, PEDC Bandung 1996.
8. Journal Naval Architect September 1991.
 - Continuing growth in the reefer ship market.
9. Journal Shipping and Shipbuilder April 1979.
10. Modern Air Conditioning Practice , *Haris Third Edition 1983.*
11. Control System for heating , ventilating , and air conditioning fifth edition *Roger W Haoiner and Douglas C Hittle 1983.*
12. Air Conditioning introduction , *David V Chadderton 1991.*
13. Teknik pemrograman bahasa assembly, *elox media komputindo.*
14. Vademekum Elektronika , *Wasito.*
15. Lewis C Eggebrecht, Interfacing to IBM Personal computer, 1983.
16. Linier data book , National semikonduktor corporation CO. *Santa Clara 1982.*
17. Programmer Pascal tingkat lanjutan, *Jogianto. HM [andi offset].*

BLOK DIAGRAM RANGKAIAN INTERFACE PPI 8255



MAIN PROGRAM



START

PILIH TOMBOL
[M] MANUAL
[A] AUTOMATIS
[Q] KELUAR

SUB PROGRAM

SUB PROGRAM MANUAL

START

AMBIL DATA SUHU

AMBIL DATA KELEMBABAN

CARI DEW POINT LUAR DAN DALAM

BACA TOMBOL

TOMBOL 1

D P LUAR > D P DALAM

Y

BUKA KATUB

N

TOMBOL 2

D P LUAR < D P DALAM

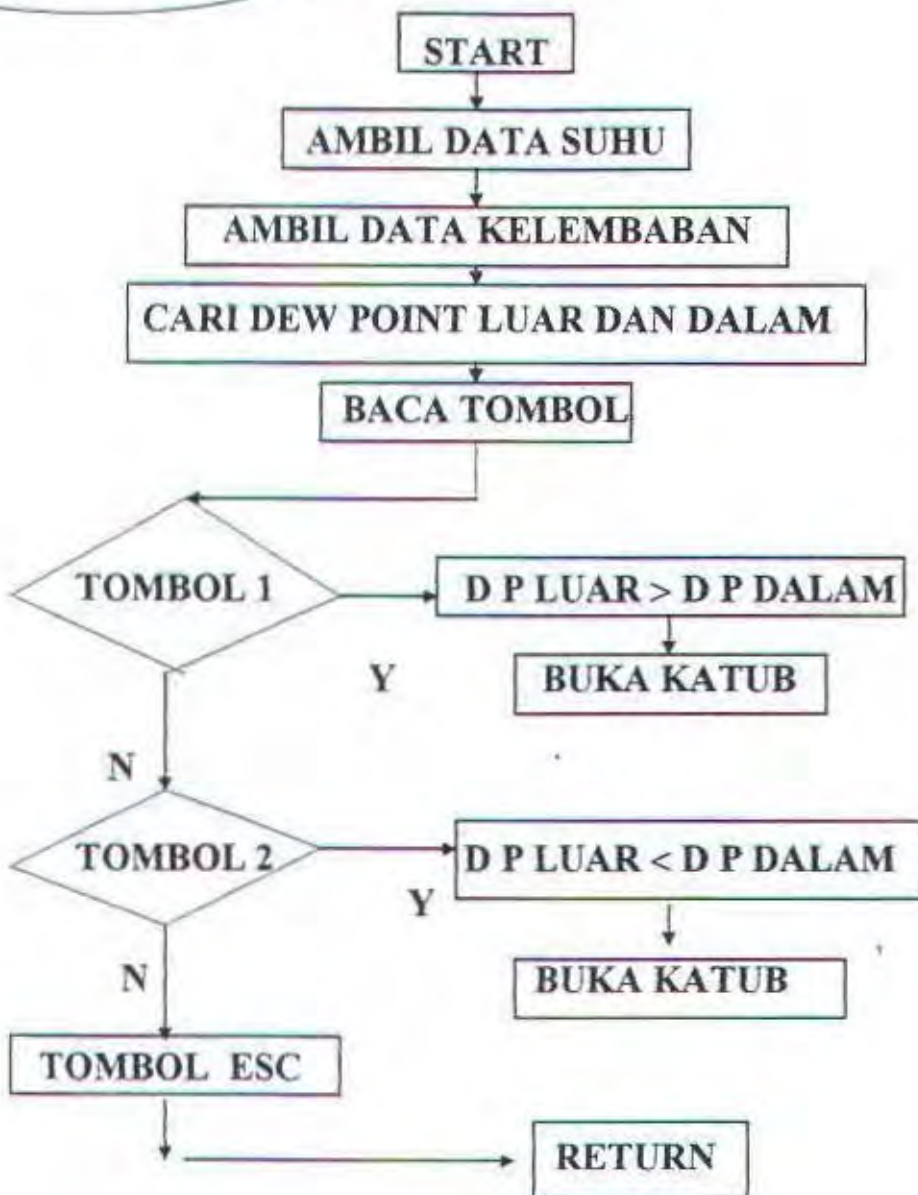
Y

BUKA KATUB

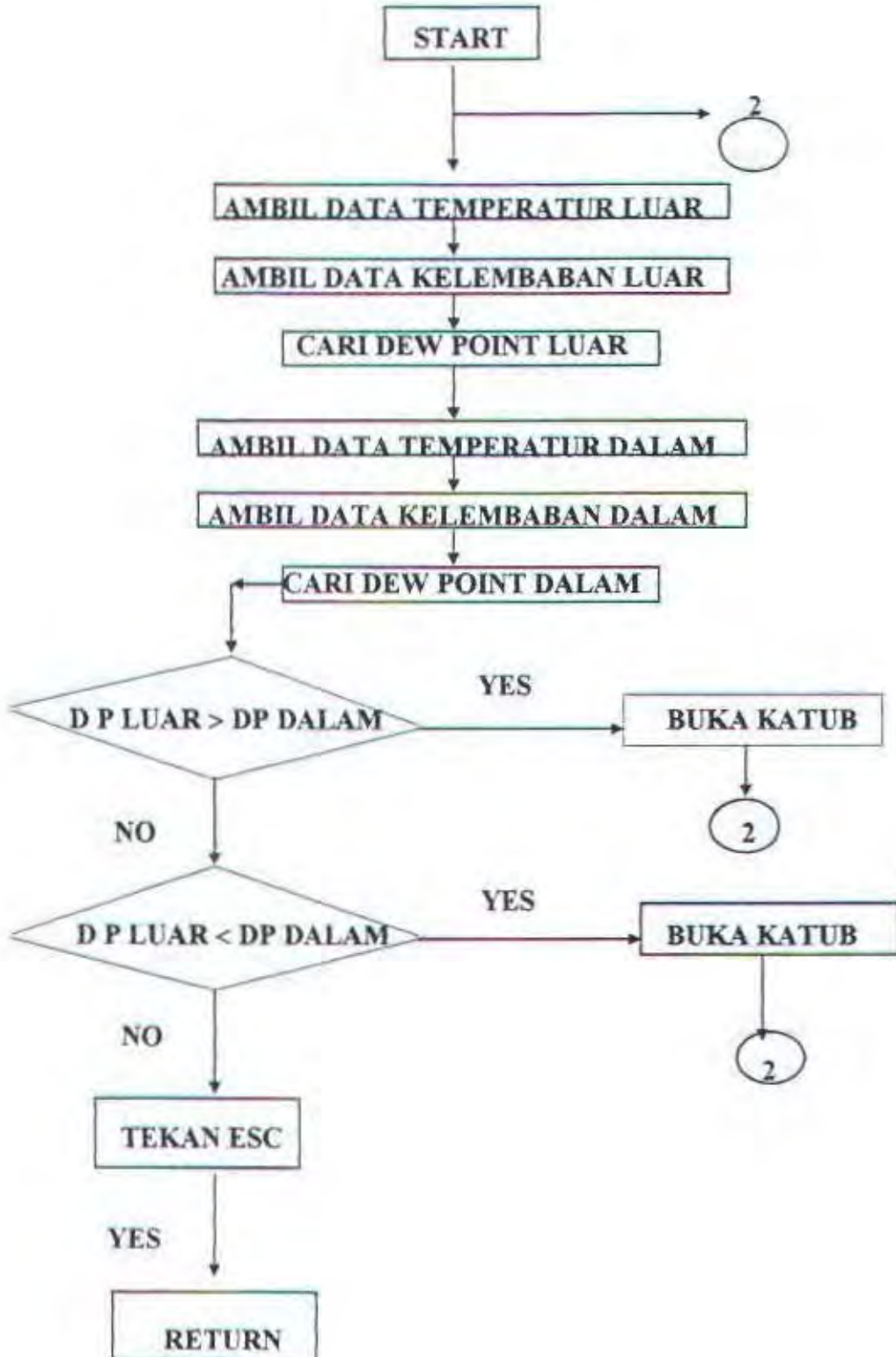
N

TOMBOL ESC

RETURN



SUB PROGRAM OTOMATIS



```

uses dos,crt;
const
pa=$300;
pb=$301;
pc=$302;
cw=$303;
var
dataport,data,dat1,dat2,datap:byte;
CH:CHAR;
datar,DEWP1,DEWP2:real;
dataADC1,dataADC2:real;
KEY_AUTO,datalembab1,datalembab2 : integer;

PROCEDURE AUTOMATIS;
BEGIN
if DEWP1 < DEWP2 then
begin
gotoxy(67,2); WRITE('ON ');
datap:=dataport or $80;{10000000;}
port[pc]:=datap;
dataport:=datap;
gotoxy(67,3); WRITE('OFF');
datap:=dataport and $bf;{10111111}
port[pc]:=datap;
dataport:=datap;
end;

if DEWP1 > DEWP2 then
begin
gotoxy(67,2); WRITE('OFF');
datap:=dataport and $7f;{01111111;}
port[pc]:=datap;
dataport:=datap;
gotoxy(67,3); WRITE('OFF');
datap:=dataport and $bf;{10111111}
port[pc]:=datap;
dataport:=datap;
gotoxy(67,4); WRITE('ON ');
datap:=dataport or $20;{00100000}
port[pc]:=datap;
dataport:=datap;
gotoxy(67,5); WRITE('ON ');
datap:=dataport or $10;{00010000}
port[pc]:=datap;
dataport:=datap;
delay(5000);
datap:=dataport and $ef;{11101111}

```



```
port[pc]:=datap;  
gotoxy(67,5); WRITE('OFF');  
dataport:=datap;
```

```
end;
```

```
END;
```

```
procedure adc_data(cdh:byte);
```

```
begin
```

```
{  
pb0 a  
pb1 b  
pb2 c  
pb4 ale  
pb5 start  
pc0 eoc  
pc6  
pc7 }
```

```
asm
```

```
mov bl,cdh {1010 1011}  
mov al,80h {1000 0000}  
or al,bl  
mov dx,pb  
out dx,al  
mov al,90h  
or al,bl  
out dx,al  
mov al,0b0h  
or al,bl  
out dx,al  
mov al,80h  
or al,bl  
out dx,al  
mov dx,pc
```

```
@eocl: in al,dx  
rcr al,01  
jc @eocl
```

```
@eoch: in al,dx  
rcr al,01  
jnc @eoch  
mov dx,pa  
in al,dx  
mov data,al
```

```
end;
```

```
end;
```

```
begin
```

```

port[cw]:=$91;(1001 0001}
clrscr;
dataport:=0;
datap:=0;
KEY_AUTO:=0;
{adc_data(0);
dat1:=data;
adc_data(1);
dat2:=data;}
{REPEAT
    repeat}
gotoxy(67,10); WRITE('MANUAL');

```

```

GOTOXY(1,1);Write('Temperatur Luar = ');
GOTOXY(29,1);write(' C');
GOTOXY(1,2);Write('Kelembaban Luar = ');
GOTOXY(29,2);write(' %');
GOTOXY(1,3);Write('DEW POINT Luar = ');

```

```

GOTOXY(1,5);Write('Temperatur Dalam = ');
GOTOXY(29,5);write(' C');
GOTOXY(1,6);Write('Kelembaban Dalam = ');
GOTOXY(29,6);write(' %');
GOTOXY(1,7);Write('DEW POINT Dalam = ');

```

```

GOTOXY(1,9);write('DEW POINT Luar < DEW POINT Dalam');
GOTOXY(3,10);write('Katup Ventilasi in buka [tekan tombol
1]');
GOTOXY(3,11);write('Katup Ventilasi out buka [tekan tombol
3]');

```

```

GOTOXY(1,13);write('DEW POINT Luar > DEW POINT Dalam');
GOTOXY(3,14);write('Katup Ventilasi in tutup [tekan tombol
2]');
GOTOXY(3,15);write('Katup Ventilasi out buka [tekan tombol
3]');
GOTOXY(3,16);write('Katup Pengering delay on [tekan tombol
6]');
GOTOXY(3,17);write('Katup Pengering in ON/OFF [tekan tombol
5/6]');

```

```

GOTOXY(1,19);write('DEW POINT Luar < DEW POINT Dalam Tetapi
Temperatur Luar Turun Drastis' );
GOTOXY(3,20);write('Katup Ventilasi in buka [tekan tombol
1]');

```

```
GOTOXY(3,21);write('Katup Ventilasi out tutup    [tekan tombol
4]');
GOTOXY(3,22);write('Katup Pengering delay on    [tekan tombol
7]');
```

```
GOTOXY(40,1);write('=====');
GOTOXY(40,2);write('Katup Ventilasi in      :');
GOTOXY(40,3);write('Katup Ventilasi out      :');
GOTOXY(40,4);write('Katup Pengering in      :');
GOTOXY(40,5);write('Katup Pengering delay on :');
GOTOXY(40,6);write('=====');
```

```
gotoxy(67,2); WRITE('OFF');
gotoxy(67,3); WRITE('OFF');
gotoxy(67,4); WRITE('OFF');
gotoxy(67,5); WRITE('OFF');
```

```
{GOTOXY(1,9);write('DEW POINT Luar > DEW POINT Dalam ==> Katup 1
dibuka [Tombol:1]');
GOTOXY(1,10);write('DEW POINT Luar < DEW POINT Dalam ==> Katup 2
dibuka [Tombol:2]');
```

```
gotoxy(1,24);write('PROGRAM PENGATURAN KONDISI UDARA SECARA
OTOMATIS PADA KAPAL CARGO [BULK CARRIER]');
```

```
repeat
    repeat
```

```
{data:=random(255);}adc_data(0);
dataADC1:=(data/255)*5*9.50;{random(25);}
GOTOXY(24,1);write(dataADC1:5:2);
datalembab1:=random(3);
GOTOXY(24,2);write(datalembab1+63);
DEWP1:=ABS(DATAADC1-8.44);
GOTOXY(24,3);WRITE(DEWP1:5:2);
```

```
{data:=random(255);}adc_data(1);
dataADC2:=(data/255)*5*9.95;{random(25);}
GOTOXY(24,5);write(dataADC2:5:2);
datalembab2:=random(3);
GOTOXY(24,6);write(datalembab2+62);
DEWP2:=ABS(DATAADC2-8.44);
GOTOXY(24,7);WRITE(DEWP2:5:2);
GOTOXY(50,23);WRITE('Esc ==> Keluar');
```

```
IF KEY_AUTO=1 THEN AUTOMATIS;
```

```

delay(1000);

until keypressed;

ch:=readkey;
case ch of

'1' : begin
    gotoxy(67,2); WRITE('ON ');
    datap:=dataport or $80;{10000000};
    port[pc]:=datap;
    dataport:=datap;
end;

'2' : Begin
    gotoxy(67,2); WRITE('OFF');
    datap:=dataport and $7f;{01111111};
    port[pc]:=datap;
    dataport:=datap;
end;

'3' : Begin
    gotoxy(67,3); WRITE('ON ');
    datap:=dataport or $40;{01000000}
    port[pc]:=datap;
    dataport:=datap;
end;

'4' : Begin
    gotoxy(67,3); WRITE('OFF');
    datap:=dataport and $bf;{10111111}
    port[pc]:=datap;
    dataport:=datap;
end;

'5' : Begin
    gotoxy(67,4); WRITE('ON ');
    datap:=dataport or $20;{00100000}
    port[pc]:=datap;
    dataport:=datap;
end;

'6' : Begin
    gotoxy(67,4); WRITE('OFF');
    datap:=dataport and $df;{11011111}
    port[pc]:=datap;
    dataport:=datap;
end;

'7' : Begin

```



```
gotoxy(67,5); WRITE('ON ');
datap:=dataport or $10;{00010000}
port[pc]:=datap;
dataport:=datap;
delay(5000);
datap:=dataport and $ef;{11101111}
port[pc]:=datap;
gotoxy(67,5); WRITE('OFF');
dataport:=datap;
end;
```

```
'9' : Begin
      key_auto:=1;
      gotoxy(67,10); WRITE(' AUTO ');
      end;
'0' : Begin
      gotoxy(67,10); WRITE('MANUAL');
      key_auto:=0;
      end;
```

```
END;
until ch=#27;
end.
```

```

uses dos,crt;
const
pa=$300;
pb=$301;
pc=$302;
cw=$303;
var
dataport,data,dat1,dat2,datap:byte;
CH:CHAR;
datar,DEWP1,DEWP2:real;
dataADC1,dataADC2:real;
datalembab1,datalembab2 : integer;

```

```

procedure adc_data(cdh:byte);
begin
{
pb0 a
pb1 b
pb2 c
pb4 ale
pb5 start
pc0 eoc
pc6
pc7 }

```

```

asm
    mov bl,cdh {1010 1011}
    mov al,80h {1000 0000}
    or al,bl
    mov dx,pb
    out dx,al
    mov al,90h
    or al,bl
    out dx,al
    mov al,0b0h
    or al,bl
    out dx,al
    mov al,80h
    or al,bl
    out dx,al
    mov dx,pc
@eoc1: in al,dx
        rcr al,01
        jc @eoc1
@eoch: in al,dx
        rcr al,01

```

```

        jnc @eoch
        mov dx,pa
        in al, dx
        mov data,al
end;
end;

begin
port[cw]:=$91;(1001 0001)
clrscr;
dataport:=0;
datap:=0;
{adc_data(0);
dat1:=data;
adc_data(1);
dat2:=data;}
{REPEAT
    repeat;

GOTOXY(1,1);Write('Temperatur Luar  = ');
GOTOXY(29,1);write(' C');
GOTOXY(1,2);Write('Kelembaban Luar  = ');
GOTOXY(29,2);write(' %');
GOTOXY(1,3);Write('DEW POINT  Luar  = ');

GOTOXY(1,5);Write('Temperatur Dalam = ');
GOTOXY(29,5);write(' C');
GOTOXY(1,6);Write('Kelembaban Dalam = ');
GOTOXY(29,6);write(' %');
GOTOXY(1,7);Write('DEW POINT  Dalam = ');

GOTOXY(1,9);write('DEW POINT Luar < DEW POINT Dalam');
GOTOXY(3,10);write('Katup Ventilasi in buka      [tekan tombol
1]');
GOTOXY(3,11);write('Katup Ventilasi out buka      [tekan tombol
3]');

GOTOXY(1,13);write('DEW POINT Luar > DEW POINT Dalam');
GOTOXY(3,14);write('Katup Ventilasi in tutup      [tekan tombol
2]');
GOTOXY(3,15);write('Katup Ventilasi out buka      [tekan tombol
3]');
GOTOXY(3,16);write('Katup Pengering delay on      [tekan tombol
6]');
GOTOXY(3,17);write('Katup Pengering in ON/OFF      [tekan tombol
5/6]');

```

```

GOTOXY(1,19);write('DEW POINT Luar < DEW POINT Dalam Tetapi
Temperatur Luar Turun Drastis' );
GOTOXY(3,20);write('Katup Ventilasi in buka      [tekan tombol
1]');
GOTOXY(3,21);write('Katup Ventilasi out tutup    [tekan tombol
4]');
GOTOXY(3,22);write('Katup Pengering delay on     [tekan tombol
7]');

```

```

GOTOXY(40,1);write('=====');
GOTOXY(40,2);write('Katup Ventilasi in          :');
GOTOXY(40,3);write('Katup Ventilasi out          :');
GOTOXY(40,4);write('Katup Pengering in           :');
GOTOXY(40,5);write('Katup Pengering delay on :');
GOTOXY(40,6);write('=====');

```

```

gotoxy(67,2); WRITE('OFF');
gotoxy(67,3); WRITE('OFF');
gotoxy(67,4); WRITE('OFF');
gotoxy(67,5); WRITE('OFF');

```

```

{GOTOXY(1,9);write('DEW POINT Luar > DEW POINT Dalam ==> Katup 1
dibuka [Tombol:1]');
GOTOXY(1,10);write('DEW POINT Luar < DEW POINT Dalam ==> Katup 2
dibuka [Tombol:2]');}

```

```

gotoxy(1,24);write('PROGRAM PENGATURAN KONDISI UDARA SECARA
OTOMATIS PADA KAPAL CARGO [BULK CARRIER]');

```

```

repeat
    repeat

```

```

{data:=random(255);}adc_data(0);
dataADC1:=(data/255)*5*9.50;{random(25);}
GOTOXY(24,1);write(dataADC1:5:2);
datalembab1:=random(3);
GOTOXY(24,2);write(datalembab1+63);
DEWP1:=ABS(DATAADC1-8.44);
GOTOXY(24,3);WRITE(DEWP1:5:2);

```

```

{data:=random(255);}adc_data(1);
dataADC2:=(data/255)*5*9.95;{random(25);}
GOTOXY(24,5);write(dataADC2:5:2);
datalembab2:=random(3);
GOTOXY(24,6);write(datalembab2+62);
DEWP2:=ABS(DATAADC2-8.44);

```



```
GOTOXY(24,7);WRITE(DEWP2:5:2);
GOTOXY(50,23);WRITE('Esc ==> Keypad');
```

```
(gotoxy(70,10);write(datap);)
delay(1000);
```

```
until keypressed;
```

```
ch:=readkey;
case ch of
```

```
'1' : begin
    gotoxy(67,2); WRITE('ON ');
    datap:=dataport or $80;(10000000);
    port[pc]:=datap;
    dataport:=datap;
end;
```

```
'2' : Begin
    gotoxy(67,2); WRITE('OFF');
    datap:=dataport and $7f;(01111111);
    port[pc]:=datap;
    dataport:=datap;
end;
```

```
'3' : Begin
    gotoxy(67,3); WRITE('ON ');
    datap:=dataport or $40;(01000000);
    port[pc]:=datap;
    dataport:=datap;
end;
```

```
'4' : Begin
    gotoxy(67,3); WRITE('OFF');
    datap:=dataport and $bf;(10111111);
    port[pc]:=datap;
    dataport:=datap;
end;
```

```
'5' : Begin
    gotoxy(67,4); WRITE('ON ');
    datap:=dataport or $20;(00100000);
    port[pc]:=datap;
    dataport:=datap;
end;
```

```
'6' : Begin
    gotoxy(67,4); WRITE('OFF');
    datap:=dataport and $cf;(11011111);
    port[pc]:=datap;
    dataport:=datap;
end;
```

```
7' : Begin
    gotoxy(67,5); WRITE('ON ');
    datap:=dataport or $10;{00010000}
    port[pc]:=datap;
    dataport:=datap;
    delay(5000);
    datap:=dataport and $ef;{11101111}
    port[pc]:=datap;
    gotoxy(67,5); WRITE('OFF');
    dataport:=datap;
    end;
```

```
END;
until ch=#27;
end.
```



intel

8255A/8255A-5 PROGRAMMABLE PERIPHERAL INTERFACE

- MCS-85™ Compatible 8255A-5
- 24 Programmable I/O Pins
- Completely TTL Compatible
- Fully Compatible with Intel® Microprocessor Families
- Improved Timing Characteristics
- Direct Bit Set/Reset Capability Easing Control Application Interface
- 40-Pin Dual In-Line Package
- Reduces System Package Count
- Improved DC Driving Capability

The Intel® 8255A is a general purpose programmable I/O device designed for use with Intel® microprocessors. It has 24 I/O pins which may be individually programmed in 2 groups of 12 and used in 3 major modes of operation. In the first mode (MODE 0), each group of 12 pins may be programmed in sets of 4 to be input or output. In MODE 1, the second mode, each group may be programmed to have 8 lines of input or output. Of the remaining 4 pins, 3 are used for handshaking and interrupt control signals. The third mode of operation (MODE 2) is a bidirectional bus mode which uses 8 lines for a bidirectional bus, and 3 lines, borrowing one from the other group, for handshaking.

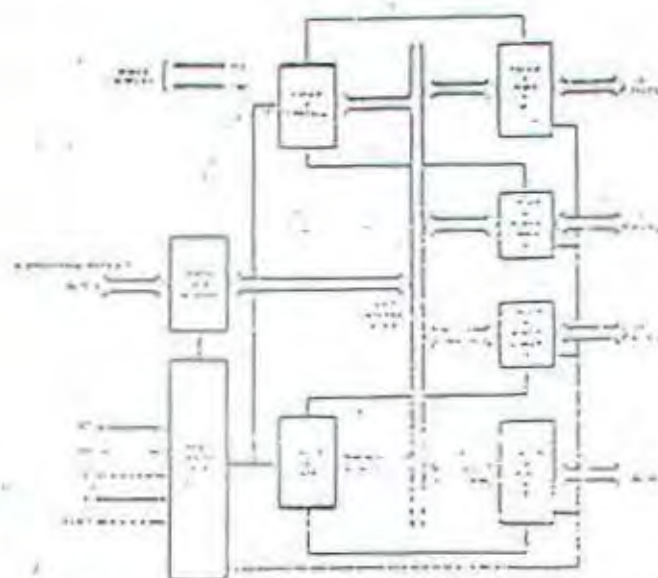
PIN CONFIGURATION



PIN NAMES

Pin	Name
1	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
2	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
3	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
4	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
5	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
6	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
7	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
8	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
9	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
10	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
11	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
12	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
13	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
14	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
15	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
16	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
17	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
18	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
19	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
20	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
21	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
22	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
23	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
24	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
25	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
26	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
27	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
28	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
29	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
30	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
31	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
32	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
33	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
34	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
35	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
36	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
37	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
38	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
39	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL
40	DATA BUS, ADDRESS/CONTROL

8255A BLOCK DIAGRAM



8255A FUNCTIONAL DESCRIPTION

General

The 8255A is a programmable peripheral interface (PPI) device designed for use in Intel® microcomputer systems. Its function is that of a general purpose I/O component to interface peripheral equipment to the microcomputer system bus. The functional configuration of the 8255A is programmed by the system software so that normally no external logic is necessary to interface peripheral devices or structures.

Data Bus Buffer

This 3-state bidirectional 8-bit buffer is used to interface the 8255A to the system data bus. Data is transmitted or received by the buffer upon execution of input or output instructions by the CPU. Control words and status information are also transferred through the data bus buffer.

Read/Write and Control Logic

The function of this block is to manage all of the internal and external transfers of both Data and Control or Status words. It accepts inputs from the CPU Address and Control buses and in turn, issues commands to both of the Control Groups.

CS

Chip Select. A "low" on this input pin enables the communication between the 8255A and the CPU.

RD

Read. A "low" on this input pin enables the 8255A to send the data or status information to the CPU on the data bus. In essence, it allows the CPU to "read from" the 8255A.

WR

Write. A "low" on this input pin enables the CPU to write data or control words into the 8255A.

A₀ and A₁

Port Select 0 and Port Select 1. These input signals, in conjunction with the RD and WR inputs, control the selection of one of the three ports or the control word registers. They are normally connected to the least significant bits of the address bus (A₀ and A₁).

8255A BASIC OPERATION

A ₁	A ₀	RD	WR	CS	INPUT OPERATION (HEAD)
0	0	0	1	0	PORT A ← DATA BUS
0	1	0	1	0	PORT B ← DATA BUS
1	0	0	1	0	PORT C ← DATA BUS
					OUTPUT OPERATION (WRITE)
0	0	1	0	0	DATA BUS ← PORT A
0	1	1	0	0	DATA BUS ← PORT B
1	0	1	0	0	DATA BUS ← PORT C
1	1	1	0	0	DATA BUS ← CONTROL
					DISABLE FUNCTION
x	x	x	x	1	DATA BUS ← 3-STATE
1	1	0	1	0	ILLEGAL CONDITION
x	x	1	1	0	DATA BUS ← 3-STATE

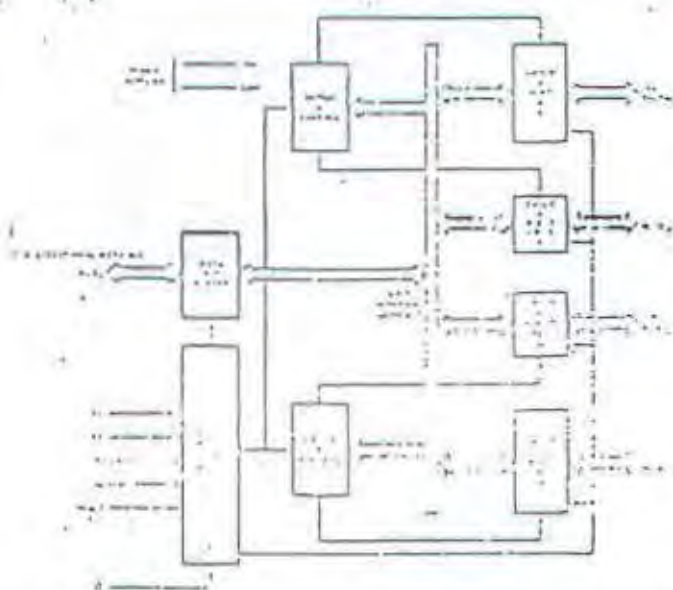


Figure 1. 8255A Block Diagram Showing Data Bus Buffer and Read/Write Control Logic Functions

(RESET)

Reset: A "high" on this input clears the control register and all ports (A, C, C_{upper}) set to the input mode.

Group A and Group B Controls

The functional configuration of each port is programmed by the system software. In essence, the CPU "outputs" a control word to the 8255A. The control word contains information such as "mode", "bit set", "bit reset", etc., that initializes the functional configuration of the 8255A.

Each of the Control blocks (Group A and Group B) accepts "commands" from the Read/Write Control Logic, receives "control words" from the internal data bus and issues the proper commands to its associated ports.

Control Group A - Port A and Port C upper (C₁, C₄)

Control Group B - Port B and Port C lower (C₂, C₃)

The Command/Address Register can only be written into. Its Read operation if the Control Word Register is allowed.

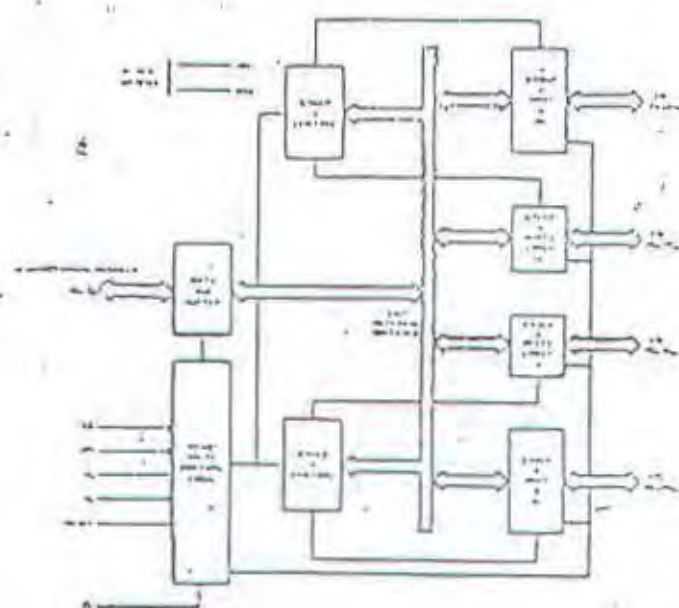
Ports A, B, and C

The 8255A contains three 8-bit ports (A, B, and C). It can be configured in a wide variety of functional characteristics by the system software but each has its own special features or "personality" in further enhancing the power and flexibility of the 8255A.

Port A: One 8-bit data output latch/buffer and one 8-bit data input latch.

Port B: One 8-bit data input/output latch/buffer and one 8-bit data input buffer.

Port C: One 8-bit data output latch/buffer and one 8-bit data input buffer (no latch for inputs). This port can be divided into two 4-bit ports under the mode control. Each 4-bit port contains a 4-bit latch and it can be used for the control signal outputs and status signal inputs in conjunction with ports A and B.

**PIN CONFIGURATION****PIN NAMES**

1	RESET	2	A0	3	A1	4	A2	5	A3	6	B0	7	B1	8	B2	9	B3	10	B4	11	B5	12	B6	13	C0	14	C1	15	C2	16	C3	17	C4	18	C5	19	C6	20	C7	21	VCC	22	GND	23	A4	24	A5
---	-------	---	----	---	----	---	----	---	----	---	----	---	----	---	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	----	-----	----	----	----	----

Figure 2. 8255A Block Diagram Showing Group A and Group B Control Functions

B255A OPERATIONAL DESCRIPTION

Mode Selection

There are three basic modes of operation that can be selected by the system software:

- Mode 0 - Basic Input/Output
- Mode 1 - Strobed Input/Output
- Mode 2 - Bi-Directional Bus

When the reset input goes "high" all ports will be set to the input mode (i.e., all 33 lines will be in the high impedance state). After the reset is removed the B255A can remain in the input mode with no additional initialization required. During the execution of the system program any of the other modes may be selected using a single output instruction. This allows a single B255A to service a variety of peripheral devices with a simple software maintenance routine.

The modes for Ports A and Port B can be separately defined, while Port C is divided into two portions as required by the Port A and Port B definitions. All of the output registers, including the status flip-flop, will be reset whenever the mode is changed. Modes may be combined so that their functional definition can be "tailored" to almost any I/O structure. For instance: Group 0 can be programmed in Mode 0 to monitor a pushswitch closure or display computational results. Group A could be programmed in Mode 1 to monitor a keyboard or sense reader on an interrupt-driven basis.

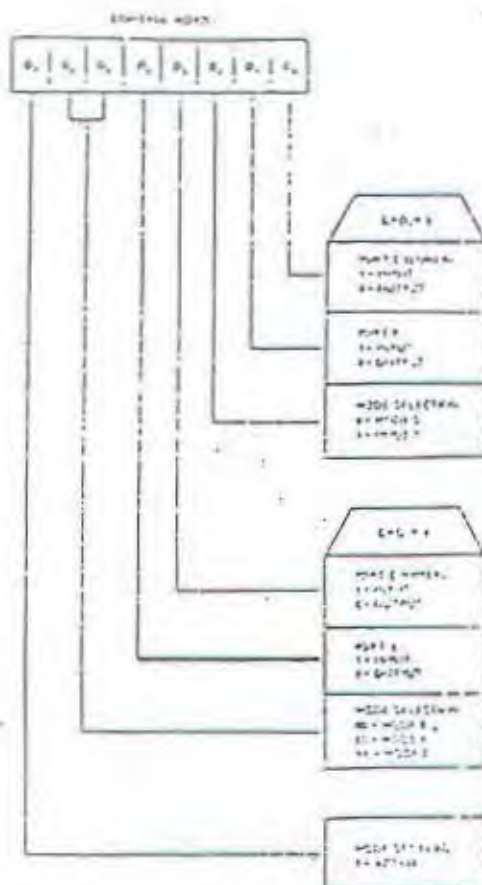


Figure 4. Mode Definition Format

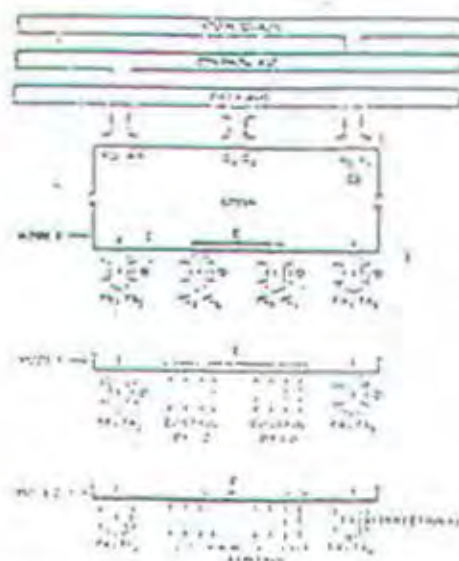


Figure 5. Basic Mode Definitions and Bus Interface

The mode definitions and possible mode combinations may seem confusing at first but after a cursory review of the complete device operation a simple, logical I/O approach will surface. The design of the B255A has taken into account things such as efficient PC board layout, control signal definition vs. PC layout and complete functional flexibility to support almost any peripheral device with no external logic. Such design restrictions the maximum use of the available pins.

Single Bit Set/Reset Feature

Any of the eight bits of Port C can be set or reset using a single Output instruction. This feature reduces address requirements in Control based applications.



DM54LS245/DM74LS245 TRI-STATE® Octal Bus Transceiver

General Description

These octal bus transceivers are designed for asynchronous two-way communication between data buses. The control function implementation minimizes external timing requirements.

The device allows data transmission from the A bus to the B bus or from the B bus to the A bus depending upon the logic level at the direction control (DIR) input. The enable input (\bar{E}) can be used to disable the device so that the buses are effectively isolated.

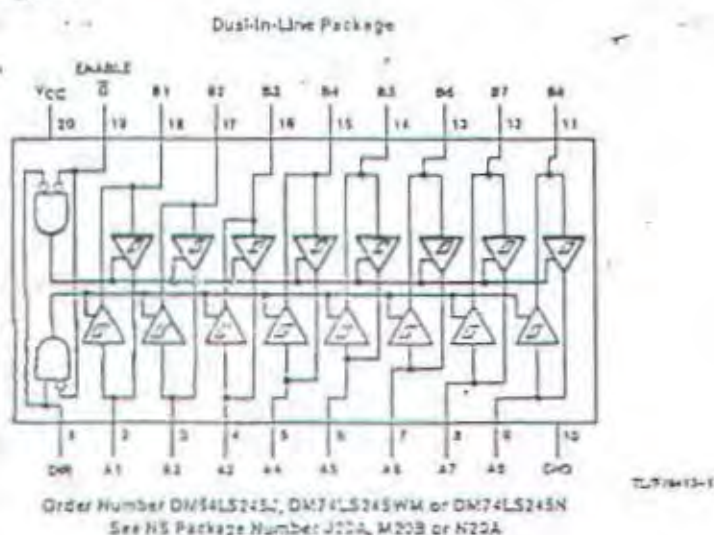
- PNP inputs reduce DC loading on bus lines
- Hysteresis at bus inputs improve noise margins
- Typical propagation delay times, port-to-port 8 ns
- Typical enable/disable times 17 ns

- I_{OL} (sink current)
54LS 12 mA
74LS 24 mA
- I_{OH} (source current)
54LS -12 mA
74LS -15 mA

Features

- Bi-Directional bus transceiver in a high-density 20-pin package
- Tri-State® outputs drive bus lines directly

Connection Diagram



Function Table

Enable \bar{E}	Direction Control DIR	Operation
L	L	B data to A bus
L	H	A data to B bus
H	X	Isolation

H = High Level, L = Low Level, X = Don't Care

'LS139 Electrical Characteristics

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 1)	Max	Units
V_i	Input Clamp Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_i = -18 \text{ mA}$			-1.5	V
V_{OH}	High Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_{OH} = \text{Max}, V_{IL} = \text{Max}, V_{IH} = \text{Min}$	DM54 2.5	3.4		V
V_{OL}	Low Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_{OL} = \text{Max}, V_{IL} = \text{Max}, V_{IH} = \text{Min}$	DM54 0.25	0.4		V
		$I_{OL} = 4 \text{ mA}, V_{CC} = \text{Min}$	DM74 0.25	0.4		V
I_i	Input Current @ Max Input Voltage	$V_{CC} = \text{Max}, V_i = 7 \text{ V}$			0.1	mA
I_{IH}	High Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}, V_i = 2.7 \text{ V}$			20	μA
I_{IL}	Low Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}, V_i = 0.4 \text{ V}$			-0.35	mA
I_{OS}	Short Circuit Output Current	$V_{CC} = \text{Max}$ (Note 2)	DM54 -20		-100	mA
			DM74 -20		-100	mA
I_{CC}	Supply Current	$V_{CC} = \text{Max}$ (Note 3)		6.8	11	mA

Note 1: All typicals are at $V_{CC} = 5 \text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$.

Note 2: Not more than one output shorted at a time, and the duration should not exceed one second.

Note 3: I_{CC} is measured with all outputs enable-and-open.

'LS139 Switching Characteristics

at $V_{CC} = 5 \text{ V}$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$ (See Section 1 for Test Waveforms and Output Load)

Symbol	Parameter	From (Input) To (Output)	$R_L = 2\text{ k}\Omega$				Units
			$C_L = 15\text{ pF}$		$C_L = 50\text{ pF}$		
			Min	Max	Min	Max	
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Select to Output		18		27	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Select to Output		27		40	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Enable to Output		18		27	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Enable to Output		24		40	ns

Function Tables

LS138

Inputs		Outputs										
Enable	Select											
G1	G2*	C	B	A	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
X	H	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	H	L	H	L	H	H	H	H	H	H
H	L	L	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H
H	L	H	L	L	H	H	H	L	H	H	H	H
H	L	H	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H
H	L	H	H	L	H	H	H	H	H	L	H	H
H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H

* G2 = G2A + G2B

H = High Level, L = Low Level, X = Don't Care

LS139

Inputs		Outputs				
Enable	Select					
G	B	A	Y0	Y1	Y2	Y3
H	X	X	H	H	H	H
L	L	L	L	H	H	H
L	L	H	H	L	H	H
L	H	L	H	H	L	H
L	H	H	H	H	H	L

H = High Level, L = Low Level, X = Don't Care

Absolute Maximum Ratings (Note)

Specifications for Military/Aerospace products are not contained in this datasheet. Refer to the associated reliability electrical test specifications document.

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
DiR or DiS	7V
A or B	5.5V

Operating Free Air Temperature Range	-55°C to +125°C
DM54LS	0°C to +70°C
DM74LS	0°C to +70°C

Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
---------------------------	-----------------

Note: The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the "Electrical Characteristics" table are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	DM54LS245			DM74LS245			Units
		Min	Nom	Max	Min	Nom	Max	
V _{CC}	Supply Voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V _{IH}	High Level Input Voltage	2			2			V
V _{IL}	Low Level Input Voltage			0.7			0.6	V
I _{OH}	High Level Output Current			-12			-15	mA
I _{OL}	Low Level Output Current			12			24	mA
T _A	Free Air Operating Temperature	-55		125	0		70	°C

Electrical Characteristics over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions		Min	Typ (Note 1)	Max	Units
V_I	Input Clamp Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_I = -18 \text{ mA}$				-1.5	V
HYS	Hysteresis ($V_{I+} - V_{I-}$)	$V_{CC} = \text{Min}$		0.2	0.4		V
V_{OH}	High Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, V_{IH} = \text{Min}$ $V_{IL} = \text{Max}, I_{OH} = -1 \text{ mA}$	DM74	2.7			V
		$V_{CC} = \text{Min}, V_{IH} = \text{Min}$ $V_{IL} = \text{Max}, I_{OH} = -3 \text{ mA}$	DM54/DM74	2.4	3.4		
		$V_{CC} = \text{Min}, V_{IH} = \text{Min}$ $V_{IL} = 2.5 \text{ V}, I_{OH} = \text{Max}$	DM54/DM74	2			
V_{OL}	Low Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}$ $V_{IH} = \text{Max}$ $V_{IL} = \text{Min}$	$I_{OL} = 12 \text{ mA}$ $I_{OL} = \text{Max}$	DM74 DM54 DM74		0.4 0.4 0.5	V
		$V_{CC} = \text{Max}$ $V_{IH} = \text{Max}$ $V_{IL} = \text{Min}$	$V_O = 2.7 \text{ V}$ $V_O = 0.4 \text{ V}$			23 -200	
I_I	Input Current at Maximum Input Voltage	$V_{CC} = \text{Max}$	A or B DIR or DIS	$V_I = 3.8 \text{ V}$ $V_I = 7 \text{ V}$		0.1 0.1	mA
I_{IH}	High Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 2.7 \text{ V}$				20	μA
I_{IL}	Low Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 0.4 \text{ V}$				-0.2	mA
I_{OS}	Short Circuit Output Current	$V_{CC} = \text{Max}$ (Note 2)		-40		-225	mA
I_{CC}	Supply Current	Outputs High	$V_{CC} = \text{Max}$		45	70	mA
		Outputs Low			62	90	
		Outputs at Hi-Z			0	95	

Note 1: All typicals are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.

Note 2: Not more than one output should be shorted at a time, nor is exceed one second duration.

Switching Characteristics at $V_{CC} = 5V$ and $T_A = 25^\circ C$ (See Section 1 for Test Waveforms and Output Load)

Symbol	Parameter	$R_L = 667\Omega$				Units
		$C_L = 50\text{ pF}$		$C_L = 150\text{ pF}$		
		Min	Max	Min	Max	
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output		15		25	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output		18		25	ns
t_{ZHL}	Output Enable Time to High Level Output		30		35	ns
t_{ZLL}	Output Enable Time to Low Level Output		30		40	ns
t_{PHZ}	Output Disable Time from High Level Output (Note 6)		20			ns
t_{PLZ}	Output Disable Time from Low Level Output (Note 6)		20			ns

Note 1: $C_L = 5\text{ pF}$.

ADC0808, ADC0809 8-Bit μ P Compatible A/D Converters with 8-Channel Multiplexer

General Description

The ADC0808, ADC0809 data acquisition component is a monolithic CMOS device with an 8-bit analog-to-digital converter, 8-channel multiplexer and microprocessor-compatible control logic. The 8-bit A/D converter uses successive approximation as the conversion technique. The converter features a high impedance chopper stabilized comparator, a 256R voltage divider with analog switch tree and a successive approximation register. The 8-channel multiplexer can directly address any of 8 bi-phase-ended analog signals.

The device eliminates the need for external zero and full-scale adjustments. Easy interfacing to microprocessors is provided by the latched and decoded multiplexer address inputs and latched TTL TRI-STATE® outputs.

The design of the ADC0808, ADC0809 has been optimized by incorporating the most desirable aspects of several A/D conversion techniques. The ADC0808, ADC0809 offers high speed, high accuracy, minimal temperature dependence, excellent long-term accuracy and repeatability, and consumes minimal power. These features make this device ideally suited to applications from process and machine control to consumer and automotive applications. For 8-channel multiplexer with common output (sample/hold port) see ADC0816 data sheet. (See AN-247 for more information.)

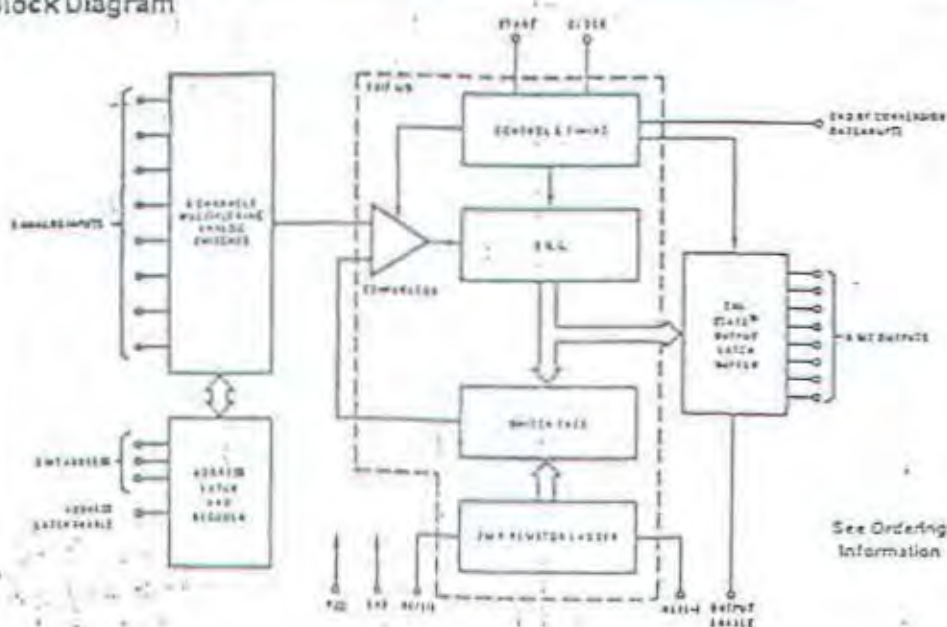
Features

- Easy interface to all microprocessors
- Operates ratiometrically or with 5 V_{CC} or analog span adjusted voltage reference
- No zero or full-scale adjust required
- 8-channel multiplexer with address logic
- 0V to 5V input range with single 5V power supply
- Outputs meet TTL voltage level specifications
- Standard hermetic or molded 28-pin DIP package
- 28-pin molded chip carrier package

Key Specifications

- | | |
|--------------------------|-------------------------------|
| ■ Resolution | 8 Bits |
| ■ Total Unadjusted Error | $\pm 1/2$ LSB and ± 1 LSB |
| ■ Single Supply | 5 V _{DD} |
| ■ Low Power | 15 mW |
| ■ Conversion Time | 100 μ s |

Block Diagram



See Ordering
Information

TUM/5412-1

If Military/Aerospace specified devices are required, contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage (V_{CC}) (Note 2) 5.5V
Voltage at Any Pin $-0.3V$ to $(V_{CC} + 0.3V)$

Except Control Inputs
Voltage at Control Inputs $-0.3V$ to $+15V$
(START, OE, CLOCK, ALE, ADD A, ADD B, ADD C)

Storage Temperature Range $-65^{\circ}C$ to $+150^{\circ}C$

Package Dissipation at $T_A = 25^{\circ}C$ 875 mW

Lead Temp. (Soldering, 10 seconds) 260°C

Dual-In-Line Package (plastic) 300°C

Dual-In-Line Package (ceramic) 300°C

Molded Chip Carrier Package 215°C

Vapor Phase (60 seconds) 220°C

Infrared (15 seconds) 400V

ESD Susceptibility (Note 11)

Temperature Range (Note 1)

AD0C808CJ $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$

AD0C808CCJ, AD0C808CCN $-55^{\circ}C \leq T_A \leq +125^{\circ}C$

AD0C808CCN $-40^{\circ}C \leq T_A \leq +85^{\circ}C$

AD0C808CCV, AD0C808CCV $-40^{\circ}C \leq T_A \leq +85^{\circ}C$

Range of V_{CC} (Note 1) 4.5 V_{CC} to 6.0 V_{CC}

Electrical Characteristics

Converter Specifications: $V_{CC} = 5V$, $V_{REF+} = V_{REF-} = GND$, $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$ and $f_{CLK} = 640$ kHz unless otherwise stated.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
	AD0C808					
	Total Unadjusted Error	$25^{\circ}C$			$\pm 1/2$	LSB
	(Note 5)	T_{MIN} to T_{MAX}			$\pm 3/4$	LSB
	AD0C809					
	Total Unadjusted Error	$0^{\circ}C$ to $70^{\circ}C$			± 1	LSB
	(Note 5)	T_{MIN} to T_{MAX}			$\pm 1 1/4$	LSB
	Input Resistance	From $Rel(+)$ to $Rel(-)$	1.0	2.5		k Ω
	Analog Input Voltage Range	(Note 4) $V(+)$ or $V(-)$	$GND - 0.10$		$V_{CC} - 0.10$	V_{CC}
V_{REF+}	Voltage, Top of Ladder	Measured at $Rel(+)$		V_{CC}	$V_{CC} - 0.1$	V
$V_{REF+} = V_{REF-}$	Voltage, Center of Ladder		$V_{CC}/2 - 0.1$	$V_{CC}/2$	$V_{CC}/2 + 0.1$	V
V_{REF-}	Voltage, Bottom of Ladder	Measured at $Rel(-)$	-0.1	0		V
I_{IN}	Comparator Input Current	$f_{CLK} = 640$ kHz, (Note 6)	-2	± 0.5	2	μA

Electrical Characteristics

Digital Levels and DC Specifications: AD0C808CJ 4.5V $\leq V_{CC} \leq 5.5V$, $-55^{\circ}C \leq T_A \leq +125^{\circ}C$ unless otherwise noted; AD0C808CCJ, AD0C808CCN, AD0C808CCV, AD0C808CCN and AD0C808CCV 4.75V $\leq V_{CC} \leq 5.25V$, $-40^{\circ}C \leq T_A \leq +85^{\circ}C$ unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
ANALOG MULTIPLEXER						
I_{OFF+}	OFF Channel Leakage Current	$V_{CC} = 5V$, $V_{IN} = 5V$, $T_A = 25^{\circ}C$ T_{MIN} to T_{MAX}		10	200	nA μA
I_{OFF-}	OFF Channel Leakage Current	$V_{CC} = 5V$, $V_{IN} = 0$, $T_A = 25^{\circ}C$ T_{MIN} to T_{MAX}	-200 -1.0	-10		nA μA

Electrical Characteristics (Continued)

Digital Levels and DC Specifications: ADC0808CJ, $+5V \leq V_{CC} \leq 5.5V$, $-55^{\circ}C \leq T_A \leq +125^{\circ}C$ unless otherwise noted.
 ADC0808CCJ, ADC0808CCJ, ADC0808CCV, ADC0808CCN and ADC0808CCV, $4.75 \leq V_{CC} \leq 5.25V$, $-40^{\circ}C \leq T_A \leq +85^{\circ}C$ unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
CONTROL INPUTS						
$V_{IH(1)}$	Logical "1" Input Voltage		$V_{CC} - 1.5$			V
$V_{IL(0)}$	Logical "0" Input Voltage				1.5	V
$I_{IH(1)}$	Logical "1" Input Current (The Control Inputs)	$V_{IH} = 15V$			1.0	μA
$I_{IL(0)}$	Logical "0" Input Current (The Control Inputs)	$V_{IH} = 0$	-1.0			μA
I_{CC}	Supply Current	$f_{CLK} = 640 kHz$		0.3	2.0	mA
DATA OUTPUTS AND EOC (IN TRI-STATE)						
$V_{OH(1)}$	Logical "1" Output Voltage	$I_O = -350 \mu A$	$V_{CC} - 0.4$			V
$V_{OL(0)}$	Logical "0" Output Voltage	$I_O = 1.6 mA$			0.45	V
$V_{OH(1)}$	Logical "1" Output Voltage to OC	$I_O = 1.2 mA$			0.45	V
I_{OUT}	TRI-STATE Output Current	$V_O = 5V$ $V_O = 0$	-3		3	μA

Electrical Characteristics

Tuning Specifications: $V_{CC} = +5V$, $V_{REF(-)} = GND$, $t_p = 4 - 20 ns$ and $T_A = 25^{\circ}C$ unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
t_{WS}	Minimum Setup Pulse Width	(Figure 5)		100	200	ns
t_{WALE}	Minimum ALE Pulse Width	(Figure 5)		100	200	ns
t_A	Minimum Address Set-Up Time	(Figure 5)		25	50	ns
t_H	Minimum Address Hold Time	(Figure 5)		25	50	ns
t_D	Analog MUX Delay Time From ALE	$R_S = 0 \Omega$ (Figure 5)		1	2.5	μS
t_{H1}, t_{H2}	OE Control to 1/2 Logic State	$C_L = 50 pF, R_L = 10k$ (Figure 6)		125	250	ns
t_{H1}, t_{H2}	OE Control to 1/2	$C_L = 10 pF, R_L = 10k$ (Figure 6)		125	250	ns
t_C	Conversion Time	$f_C = 640 kHz$ (Figure 6) (Note 7)	80	100	116	μS
f_C	Clock Frequency		10	640	1280	kHz
t_{EOD}	EOC Delay Time	(Figure 5)	0		$2 \pm 2 \mu S$	Clock Periods
C_{IN}	Input Capacitance	All Control Inputs		10	15	pF
C_{OUT}	TRI-STATE Output Capacitance	All TRI-STATE Outputs, (Note 12)		10	15	pF

Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its specified operating conditions.

Note 2: All voltages are measured with respect to GND, unless otherwise specified.

Note 3: A power dissipation limit, primarily from V_{CC} to GND and V_{CC} to a typical breakdown voltage of 7 V_{CC}.

Note 4: Two analog inputs are tied to each analog input which and connect conduct for analog input voltages one digit less below ground or one digit less above the V_{CC} supply. The spec above 160 mV low and less of either digit. This means that as long as the analog V_{IN} does not exceed the supply voltage by more than 100 mV, the output code will be correct. To achieve an absolute 0V_{CC} to 5V_{CC} input voltage range and therefore require a minimum supply voltage of 4.500 V_{CC} over temperature variations, input impedance and loading.

Note 5: Total unweighted error includes offset, gain, and multiplexer errors. See Figure 2. None of these errors requires a large or full-scale input. However, if an all-zero code is desired for an analog input lower than 0.0V, or if a narrow full-scale span code (for example, 0.5V to 1.5V full-scale) the reference voltages can be adjusted to achieve this. See Figure 12.

Note 6: Comparator input current is a bias current into or out of the comparator input of comparable. The bias current varies directly with clock frequency and has little temperature dependence (Figure 6). See paragraph 4.0.

Note 7: The purpose of the data register is updated one clock cycle before the rising edge of EOC.

Note 8: Human body model, 100 pF discharged through a 1.5 k Ω resistor.

Functional Description

Multiplexer. The device contains an 8-channel single-ended analog signal multiplexer. A particular input channel is selected by using the address decoder. Table 1 shows the input states for the address lines to select any channel. The address is latched into the decoder on the low-to-high transition of the address latch enable signal.

TABLE 1

SELECTED ANALOG CHANNEL	ADDRESS LINE		
	C	B	A
IN0	L	L	L
IN1	L	L	H
IN2	L	H	L
IN3	L	H	H
IN4	H	L	L
IN5	H	L	H
IN6	H	H	L
IN7	H	H	H

CONVERTER CHARACTERISTICS

The Converter

The heart of this single chip data acquisition system is its 8-bit analog-to-digital converter. The converter is designed

to give fast, accurate, and repeatable conversions over a wide range of temperatures. The converter is partitioned into 3 major sections: the 256R ladder network, the successive approximation register, and the comparator. The converter's digital outputs are positive true.

The 256R ladder network approach (Figure 1) was chosen over the conventional R/2R ladder because of its inherent monotonicity, which guarantees no missing digital codes. Monotonicity is particularly important in closed loop feedback control systems. A non-monotonic relationship can cause oscillations that will be catastrophic for the system. Additionally, the 256R network does not cause load variations on the reference voltage.

The bottom resistor and the top resistor of the ladder network in Figure 1 are not the same value as the remainder of the network. The difference in these resistors causes the output characteristic to be symmetrical with the zero and full-scale points of the transfer curve. The first output transition occurs when the analog signal has reached $\pm \frac{1}{2}$ LSB and succeeding output transitions occur every 1 LSB later up to full-scale.

The successive approximation register (SAR) performs 8 iterations to approximate the input voltage. For any SAR type converter, iterations are required for an n-bit converter. Figure 2 shows a typical example of a 3-bit converter. In the ADC0808, ADC0809, the approximation technique is extended to 8 bits using the 256R network.

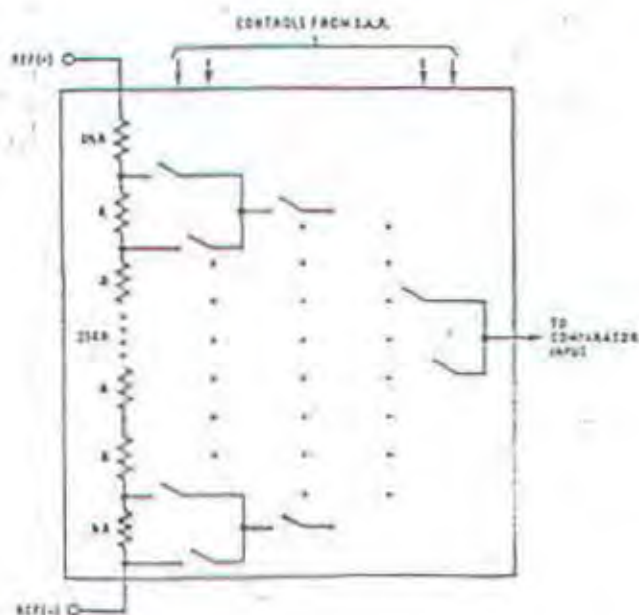


FIGURE 1. Resistor Ladder and Switch Tree

Functional Description (Continued)

The A/D converter's successive approximation register (SAR) is reset on the positive edge of the start conversion (SC) pulse. The conversion is begun on the falling edge of the start conversion pulse. A conversion in process will be interrupted by receipt of a new start conversion pulse. Continuous conversion may be accomplished by tying the end-of-conversion (EOC) output to the SC input. If used in this mode, an external start conversion pulse should be applied after power up. End-of-conversion will go low between 0 and 3 clock pulses after the rising edge of start conversion. The most important section of the A/D converter is the comparator. It is this section which is responsible for the ultimate accuracy of the entire converter. It is also the

comparator drift which has the greatest influence on the repeatability of the device. A chopper-stabilized comparator provides the most effective method of satisfying all the converter requirements.

The chopper-stabilized comparator converts the DC input signal into an AC signal. This signal is then fed through a high gain AC amplifier and has the DC level restored. This technique limits the drift component of the amplifier since the drift is a DC component which is not passed by the AC amplifier. This makes the entire A/D converter extremely insensitive to temperature, long term drift and input offset errors.

Figure 4 shows a typical error curve for the ADC0808 as measured using the procedures outlined in AM-179.

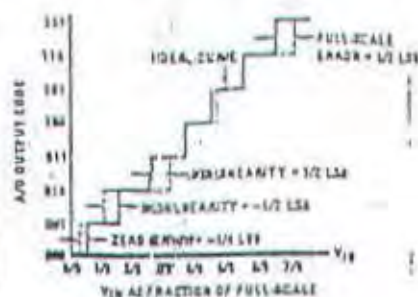


FIGURE 2. 3-Bit A/D Transfer Curve



FIGURE 3. 3-Bit A/D Absolute Accuracy Curve

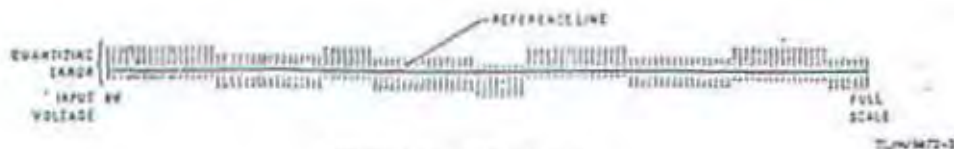


FIGURE 4. Typical Error Curve

Applications Information

OPERATION

1.0 RATIO-METRIC CONVERSION

The ADC0808, ADC0809 is designed as a conversion system Acquisition System (DAS) for ratio-metric variable being sensed. In ratio-metric systems, the physical scale which measured is expressed as a percentage of full. The value is not necessarily related to an absolute value equation age input to the ADC0808 is expressed by:

$$\frac{V_{IN}}{V_{FS}} = \frac{D_X}{D_{MAX} - D_{MIN}}$$

$$V_{IN} = V_{FS} \frac{D_X - D_{MIN}}{D_{MAX} - D_{MIN}}$$

V_{IN} = Input voltage into the ADC0808

V_{FS} = Full-scale voltage

V_2 = Zero voltage

D_X = Data point being measured

D_{MAX} = Maximum data limit

D_{MIN} = Minimum data limit

(1)

For example:

A good example of a ratio-metric transducer is a potentiometer used as a position sensor. The position is a ratio of directly proportional to the output voltage which represents the full-scale voltage across it. Since the data elements are expressed as a percentage of full-scale, reference required and cost greatly reduced, eliminating a large source of error. The ADC0808, for many applications. A major advantage of this to the super-ADC0809 is that the input voltage range is equidistant directly to range so the transducers can be connected directly into across the supply and their outputs connected to the multiplexer inputs, (Figure 8).

Ratio-metric transducers such as potentiometers, strain gauges, thermistor bridges, pressure transducers, etc., are suitable for measuring proportional relationships; however, many types of measurements must be referred to an absolute constant such as voltage or current. This means a system reference must be used which relates the full-scale voltage to the standard volt. For example, if $V_{CC} = V_{REF} = 5.12V$, then the full-scale range is divided into 256 standard steps. The smallest standard step is 1 LSB which is then 20 mV.

2.0 RESISTOR LADDER LIMITATIONS

The voltages from the resistor ladder are compared to the selected V_{REF} in a conversion. These voltages are coupled to the comparator via an analog switch tree which is referenced to the supply. The voltages at the top, center and bottom of the ladder must be controlled to maintain proper operation.

The top of the ladder, $Ref(+)$, should not be more positive than the supply, and the bottom of the ladder, $Ref(-)$, should not be more negative than ground. The center of the ladder voltage must also be near the center of the supply because the analog switch tree changes from N-channel switches to P-channel switches. These limitations are automatically satisfied in ratio-metric systems and can be easily met in ground referenced systems.

Figure 12 shows a ground referenced system with a separate supply and reference. In this system, the supply must be trimmed to match the reference voltage. For instance, if a 5.12V is used, the supply should be adjusted to the same voltage within 0.1V.

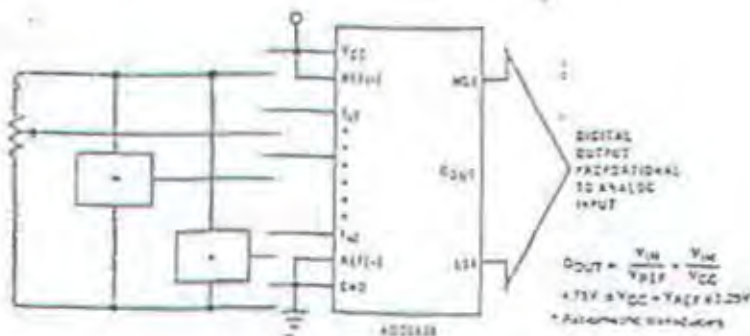


FIGURE 8. Ratio-Metric Conversion System

Applications Information (Continued)

The ADC0808 needs less than a milliamp of supply current to develop the supply from the reference is readily accomplished. In Figure 11 a ground referenced system is shown which generates the supply from the reference. The buffer shown can be an op amp of sufficient drive to supply the milliamp of supply current and the desired bus drive, or if a capacitive bus is driven by the output a large capacitor will supply the transient supply current as seen in Figure 12. The LM301 is overcompensated to insure stability when loaded by the 10 μ F output capacitor.

The top and bottom ladder voltages cannot exceed V_{CC} and ground, respectively, but they can be symmetrically less than V_{CC} and greater than ground. The center of the ladder voltage should always be near the center of the supply. The sensitivity of the converter can be increased, (i.e., size of the LSB steps decreased) by using a symmetrical reference system. In Figure 13, a 2.5V reference is symmetrically centered about $V_{CC}/2$ since the same current flows in identical resistors. This system with a 2.5V reference allows the LSB bit to be half the size of a 5V reference system.

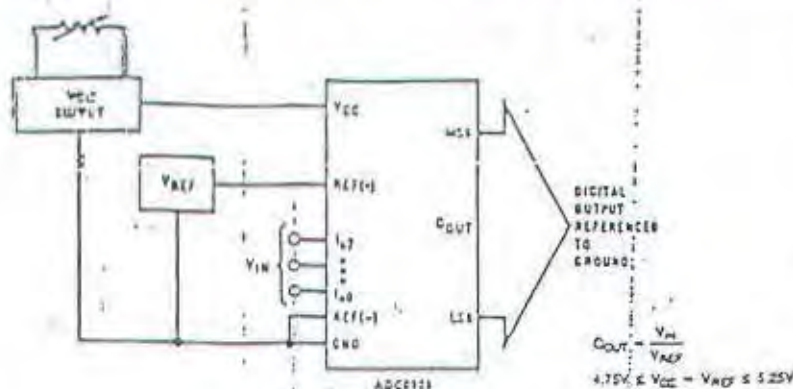


FIGURE 10: Ground Referenced Conversion System Using Trimmed Supply

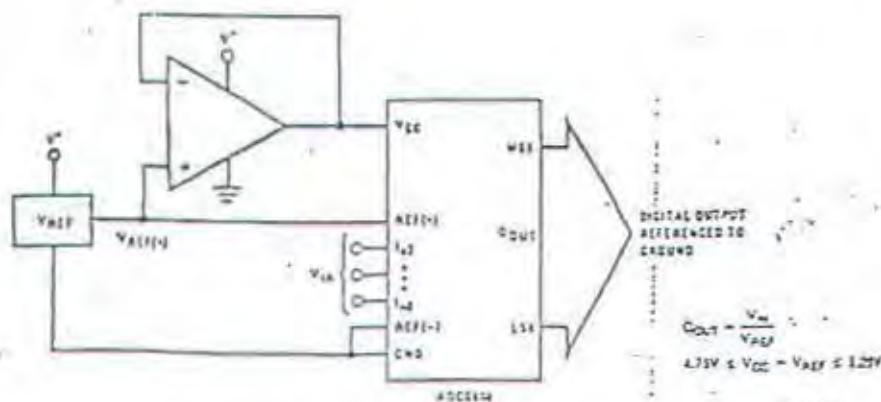


FIGURE 11: Ground Referenced Conversion System with Reference Generating V_{CC} Supply

TLW5477-4

Applications Information (Continued)

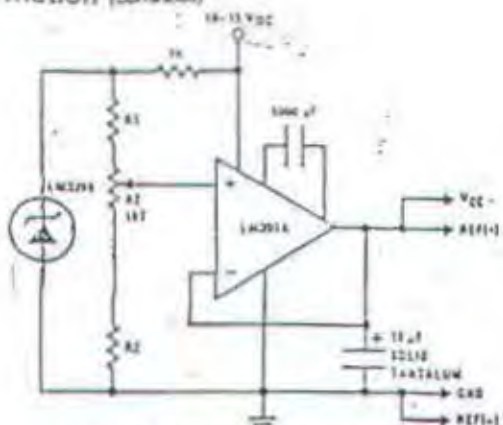


FIGURE 12. Typical Reference and Supply Circuit

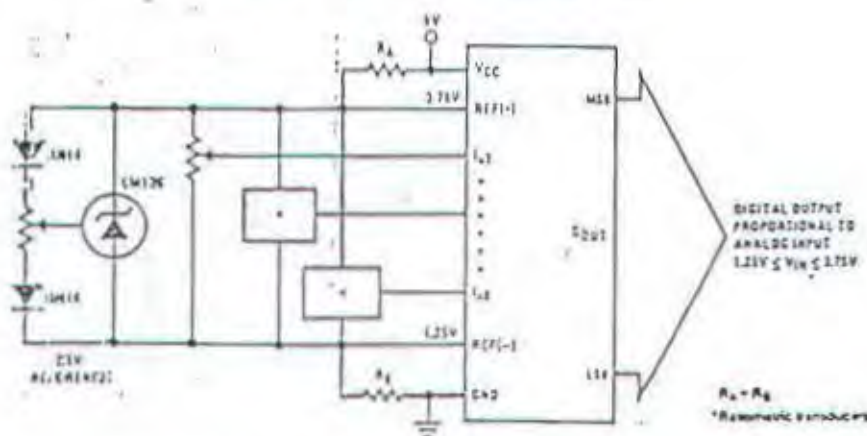


FIGURE 13. Symmetrically Centered Reference

3.9 CONVERSION EQUATIONS

The transition between adjacent codes N and $N+1$ is given by:

$$V_N = \left(V_{REF(+)} - V_{REF(-)} \right) \left(\frac{N}{256} - \frac{1}{512} \right) \pm V_{TUE} = V_{REF(+)} \quad (2)$$

The center of an output code N is given by:

$$V_N = \left(V_{REF(+)} - V_{REF(-)} \right) \left(\frac{N}{256} \right) \pm V_{TUE} = V_{REF(+)} \quad (3)$$

The output code N for an arbitrary input V_{IN} are the integers within the range:

$$N = \frac{V_{IN} - V_{REF(-)}}{V_{REF(+)} - V_{REF(-)}} \times 256 \pm \text{Adjustable Accuracy} \quad (4)$$

where: V_{IN} = Voltage at comparator input

$V_{REF(+)}$ = Voltage at Ref(+)

$V_{REF(-)}$ = Voltage at Ref(-)

V_{TUE} = Total unadjusted error voltage (typically

$V_{REF(+)} \pm 512$)

4.0 ANALOG COMPARATOR INPUTS

The dynamic comparator input current is caused by the periodic switching of on-chip stray capacitances. These are connected alternately to the output of the resistor ladder/switch tree network and to the comparator input as part of the operation of the chopper stabilized comparator.

The average value of the comparator input current varies directly with clock frequency and with V_{IN} as shown in Figure 5.

If no filter capacitors are used at the analog inputs and the signal source impedances are low, the comparator input current should not introduce converter errors, as the transient created by the capacitance discharge will die out before the comparator output is strobed.

If input filter capacitors are desired for noise reduction and signal conditioning they will tend to average out the dynamic comparator input current. It will then take on the characteristics of a DC bias current whose effect can be predicted conventionally.

TLH4072-B

LS138 Switching Characteristics

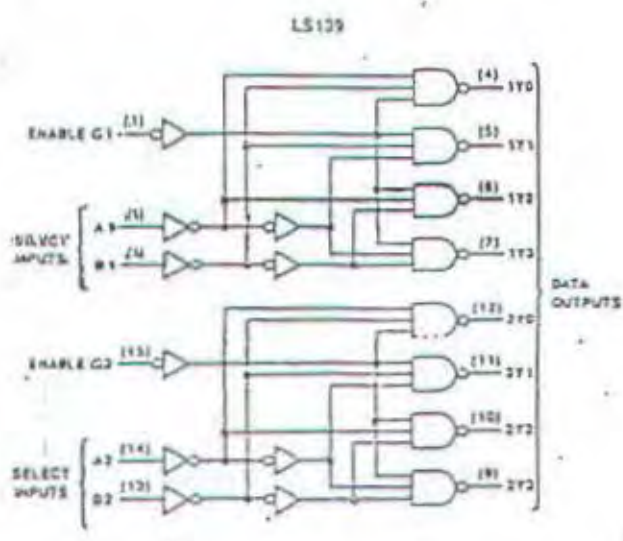
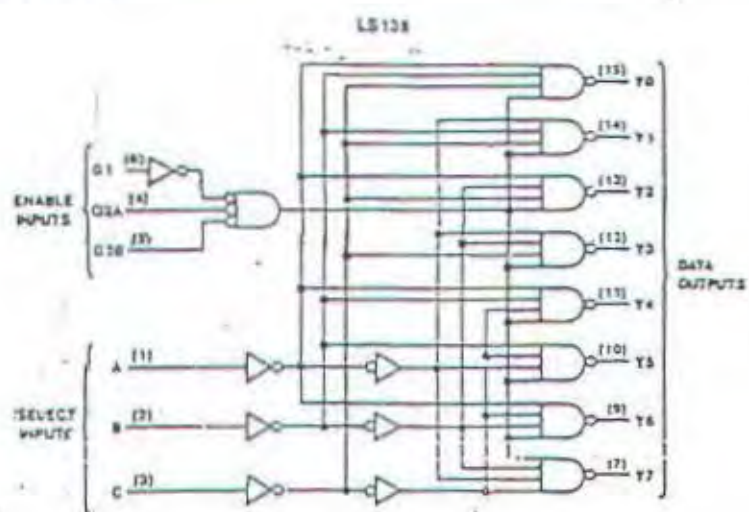
$V_{CC} = 5V$ and $T_A = 25^\circ C$ (See Section 1 for Test Waveforms and Output Load)

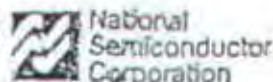
Symbol	Parameter	From (Input) To (Output)	Levels of Delay	$R_L = 2\text{ k}\Omega$				Units
				$C_L = 15\text{ pF}$		$C_L = 50\text{ pF}$		
				Min	Max	Min	Max	
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Select to Output	2		18		27	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Select to Output	2		27		40	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Select to Output	3		18		27	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Select to Output	3		27		40	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Enable to Output	2		18		27	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Enable to Output	2		24		40	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Enable to Output	3		18		27	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Enable to Output	3		24		40	ns

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	DM54LS138			DM74LS138			Units
		Min	Nom	Max	Min	Nom	Max	
V_{CC}	Supply Voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V_{IH}	High Level Input Voltage	2			2			V
V_{IL}	Low Level Input Voltage			0.7			0.8	V
I_{OH}	High Level Output Current			-0.4			-0.4	mA
I_{OL}	Low Level Output Current			4			8	mA
T_A	Free Air Operating Temperature	-55		125	0		70	$^\circ C$

Logic Diagrams





LM135/LM235/LM335, LM135A/LM235A/LM335A Precision Temperature Sensors

General Description

The LM135 series are precision, easily-calibrated, integrated circuit temperature sensors. Operating as a 2-terminal zener, the LM135 has a breakdown voltage directly proportional to absolute temperature at $+10$ mV/°K. With less than 1Ω dynamic impedance the device operates over a current range of $400\ \mu\text{A}$ to $5\ \text{mA}$ with virtually no change in performance. When calibrated at 25°C the LM135 has typically less than 1°C error over a 100°C temperature range. Unlike other sensors the LM135 has a linear output.

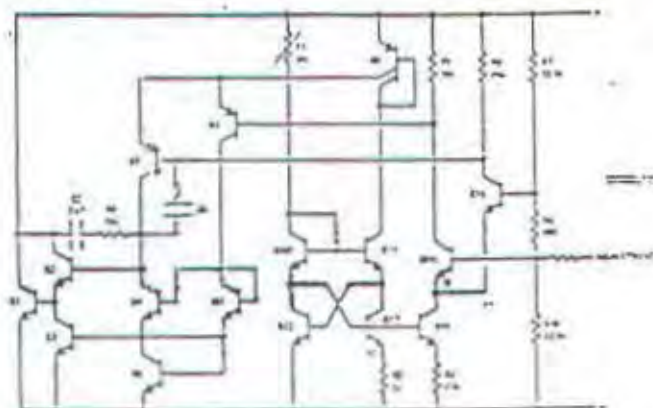
Applications for the LM135 include: almost any type of temperature sensing over a -55°C to $+150^\circ\text{C}$ temperature range. The low impedance and linear output make interfacing to readout or control circuitry especially easy.

The LM135 operates over a -55°C to $+150^\circ\text{C}$ temperature range while the LM235 operates over a -40°C to $+125^\circ\text{C}$ temperature range. The LM335 operates from -40°C to $+100^\circ\text{C}$. The LM135/LM235/LM335 are available packaged in hermetic TO-46 transistor packages while the LM135 is also available in plastic TO-92 packages.

Features

- Directly calibrated in $^\circ\text{Kelvin}$
- 1°C initial accuracy available
- Operates from $400\ \mu\text{A}$ to $5\ \text{mA}$
- Less than 1Ω dynamic impedance
- Easily calibrated
- Wide operating temperature range
- 200°C overrange
- Low cost

Schematic Diagram



LM135/235/335-1

Connection Diagrams

TO-92
Plastic Package



LM135/235/335-1

TO-46
Metal Can Package*



LM135/235/335-1

LM135/235/335-1

Order Number LM135Z or LM335AZ
See NS Package Number 0034

*GND is connected to negative rail.
Order Number LM135H, LM235H,
LM135A, LM135AH, LM235AH or LM335AH
See NS Package Number 003K

If Military/Aerospace specified Devices are required, contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.
(Note 4)

Temperature Accuracy LM135/LM235, LM135A/LM235A (Note 1)Temperature Accuracy¹ (V_{CC} = 5V, LM335A (Note 1))Electrical Characteristics 94-224 19

NOTE 1: AT22511 Measurements are made in a standard 2" path for both conductivities having must be temperature
NOTE 2: Conductivity observation is shown temperature for 10,000 hours for 1 package and 1,000 hours for 2 package has increase the size of the device
NOTE 3: Thermal Resistance: T0-62 T0-62
P₁ is 1/2 W to 1/2 W 1/2 W to 1/2 W
P₂ is 1/2 W to 1/2 W 1/2 W to 1/2 W
NOTE 4: Details of the test are given in the test report

Application Hints

CALIBRATING THE LM135

Included on the LM135 chip is an easy method of calibrating the device for higher accuracies. A pot connected across the LM135 with the wiper tied to the adjustment terminal allows a 1-point calibration of the sensor that corrects for inaccuracy over the full temperature range.

This single point calibration works because the output of the LM135 is proportional to absolute temperature with the extrapolated output of sensor going to 0V output at 0°K (-273.15°C). Errors in output voltage versus temperature are only slope (or scale factor) errors so a slope calibration at one temperature corrects at all temperatures.

The output of the device (calibrated or uncalibrated) can be expressed as:

$$V_{OUT} = V_{OUT0} \left(1 + \frac{T}{T_0} \right)$$

where T is the unknown temperature and T_0 is a reference temperature, both expressed in degrees Kelvin. By calibrating the output to read correctly at one temperature the output at all temperatures is correct. Nominally the output is calibrated at 10 mV/°K.

To insure good sensing accuracy several precautions must be taken. Like any temperature sensing device, self heating can reduce accuracy. The LM135 should be operated at the lowest current available for the application. Sufficient current, of course, must be available to drive both the sensor and the calibration pot at the maximum operating temperature as well as any external loads.

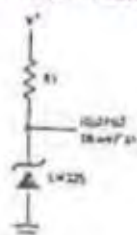
If the sensor is used in an ambient where the thermal resistance is constant, self heating errors can be calibrated out. This is possible if the device is run with a temperature stable current. Heating will then be proportional to zener voltage and therefore temperature. This makes the self heating error proportional to absolute temperature the same as scale factor errors.

WATERPROOFING SENSORS

Meltable inner core heat shrinkable tubing such as manufactured by Raychem can be used to make low-cost waterproof sensors. The LM135 is inserted into the tubing about 1/2" from the end and the tubing heated above the melting point of the core. The unfilled 1/2" end melts and provides a seal over the device.

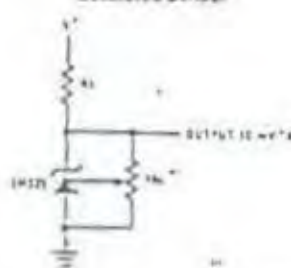
Typical Applications

Basic Temperature Sensor



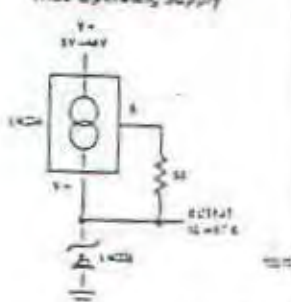
$$T_0 = 273.15^\circ\text{K}$$

Calibrated Sensor



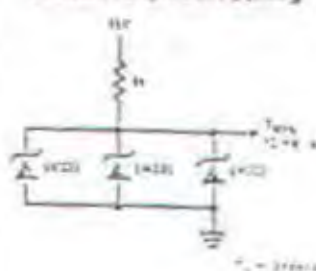
$$T_0 = 273.15^\circ\text{K}$$

Wide Operating Supply



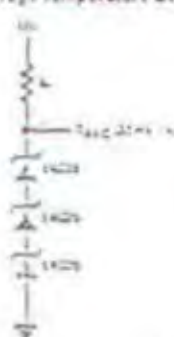
$$T_0 = 273.15^\circ\text{K}$$

Minimum Temperature Sensing



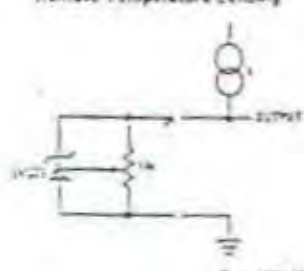
$$T_0 = 273.15^\circ\text{K}$$

Average Temperature Sensing



$$T_0 = 273.15^\circ\text{K}$$

Remote Temperature Sensing



$$T_0 = 273.15^\circ\text{K}$$

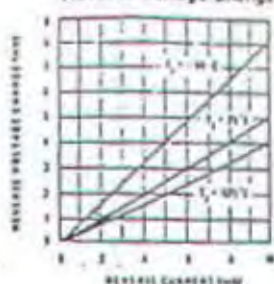
Table 1: Typical output voltage vs. temperature

Temp (°C)	Temp (°F)	Output (mV)
-55	-67	0.00
-45	-49	0.45
-35	-31	0.90
-25	-13	1.35
-15	5	1.80
-5	23	2.25
5	41	2.70
15	59	3.15
25	77	3.60
35	95	4.05
45	113	4.50
55	131	4.95

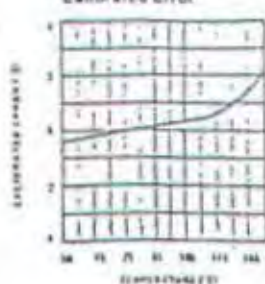
Typing: 2.0 mV/°K (typical) 1.0 mV/°K (max)

Typical Performance Characteristics

Reverse Voltage Change



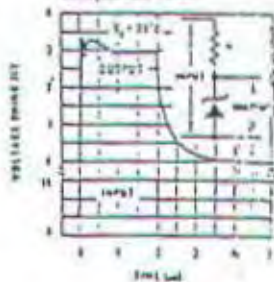
Calibrated Error



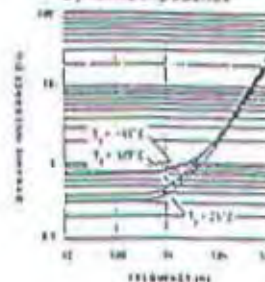
Reverse Characteristics



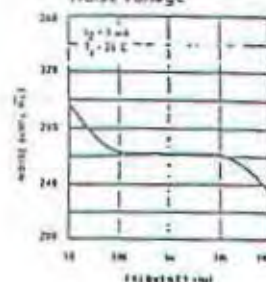
Response Time



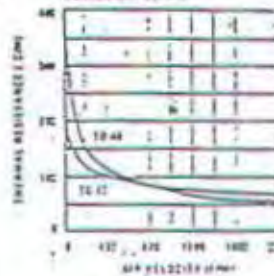
Dynamic Impedance



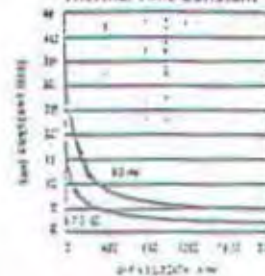
Noise Voltage



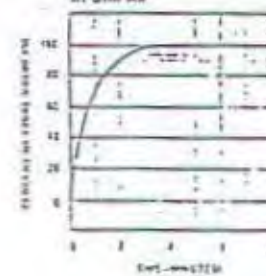
Thermal Resistance Junction to Air



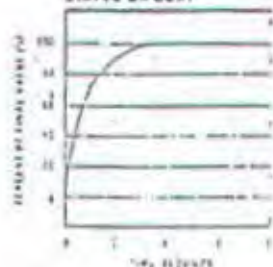
Thermal Time Constant



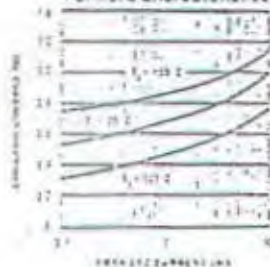
Thermal Response in Still Air



Thermal Response in Stirred Oil Bath



Forward Characteristics



$T_j = 25^\circ\text{C}$



National
Semiconductor
Corporation

LM555/LM555C Timer

General Description

The LM555 is a highly stable device for generating accurate time delays or oscillation. Additional terminals are provided for triggering or resetting if desired. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For astable operation as an oscillator, the free running frequency and duty cycle are accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and produce falling waveforms, and the output circuit can source or sink up to 200 mA or drive TTL circuits.

Features

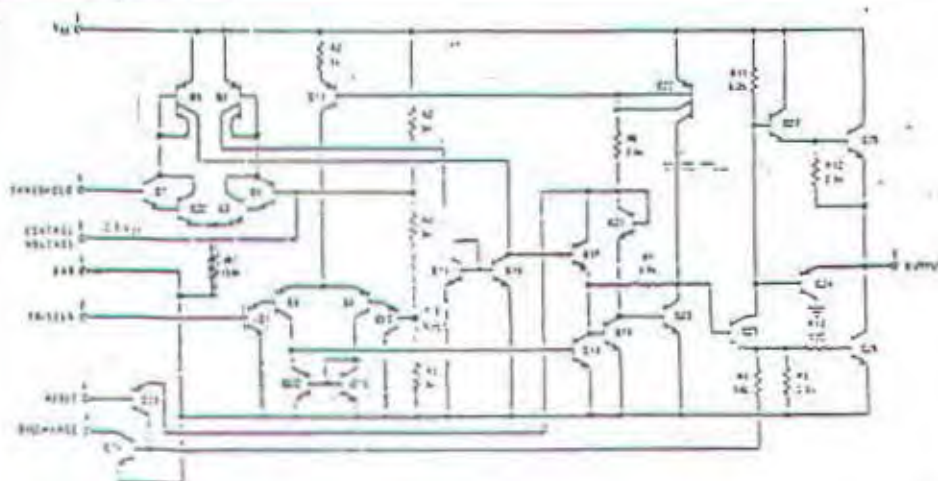
- Direct replacement for 555S/4P/400
- Timing from microseconds through hours
- Operates in both astable and monostable modes

- Adjustable duty cycle
- Output can source or sink 200 mA
- Output and supply TTL compatible
- Temperature stability better than 0.005% per °C
- Normally on and normally off output

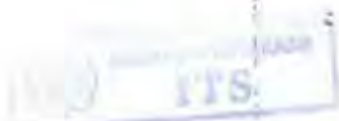
Applications

- Precision timing
- Pulse generation
- Sequential timing
- Time delay generation
- Pulse width modulation
- Pulse position modulation
- Linear ramp generator

Schematic Diagram



LM555-1



Electrical Characteristics $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{CC} = +5\text{V to } +15\text{V}$, (unless otherwise specified) (Continued)

Parameter	Conditions	Limits						Units
		LM555			LM555C			
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage Drop (Low)	$V_{CC} = 15V$							
	$I_{SINK} = 10\text{ mA}$		0.1	0.15		0.1	0.25	V
	$I_{SINK} = 50\text{ mA}$		0.4	0.5		0.4	0.75	V
	$I_{SINK} = 100\text{ mA}$		2	2.2		2	2.5	V
	$I_{SINK} = 200\text{ mA}$		2.5			2.5		V
	$V_{CC} = 5V$							
	$I_{SINK} = 8\text{ mA}$		0.1	0.25				V
Output Voltage Drop (High)	$I_{SOURCE} = 200\text{ mA}, V_{CC} = 15V$					0.25	0.25	V
	$I_{SOURCE} = 100\text{ mA}, V_{CC} = 15V$							
	$V_{CC} = 5V$							
Rise Time of Output			100			100		ns
Fall Time of Output			100			100		ns

Note 1: For operating at elevated temperatures the device must be derated above 25°C based on a $+150^\circ\text{C}$ maximum junction temperature and a thermal resistance of 164°C/W (TO-3), 106°C/W (DIP) and 170°C/W (SO-8) junction to ambient.

Note 2: Supply current when output high typically 1 mA less at $V_{CC} = 5\text{V}$.

Note 3: Tested at $V_{CC} = 5\text{V}$ and $V_{CC} = 15\text{V}$.

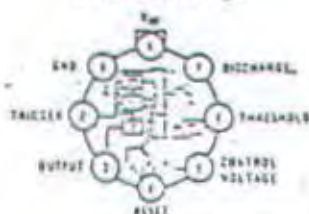
Note 4: This will determine the maximum value of $R_A + R_B$ for 15V operation. The maximum load ($R_A + R_B$) is 20 M Ω .

Note 5: No protection against excessive pin 7 current is necessary provided the package dissipation rating will not be exceeded.

Note 6: Refer to RET555X drawing of military LM555H and LM555J versions for specifications.

Connection Diagrams

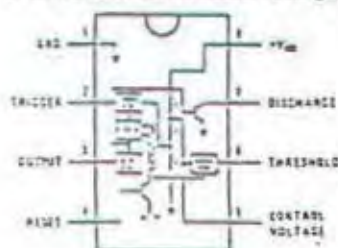
Metal Can Package



Top View

Order Number LM555H or LM555J
See IC Package Number J108C

Dual-In-Line and Small Outline Packages



Top View

Order Number LM555J, LM555CJ,
LM555CM or LM555CN
See IC Package Number J26A, J26B or J26B

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage +18V

Power Dissipation (Note 1) LM555H, LM555CH 760 mW

Operating Temperature Ranges

LM555H, LM555CH 1180 mW

LM555C 0°C to +70°C

LM555 -55°C to +125°C

Storage Temperature Range -65°C to +150°C

Soldering Information

Through-Hole Package

Soldering (10 Seconds) 260°C

Small Outline Package

Vapor Phase (60 Seconds) 215°C

Infrared (15 Seconds) 220°C

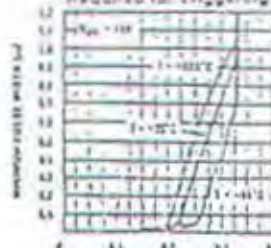
See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.

Electrical Characteristics ($T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{CC} = +5\text{V}$ to $+15\text{V}$, unless otherwise specified)

Parameter	Conditions	Limits						Units
		LM555			LM555C			
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Supply Voltage		4.5		18	4.5		18	V
Supply Current	$V_{CC} = 5V, R_A = \infty$ $V_{CC} = 5V, R_C = \infty$ (Low Standby (Note 2))		3 10	5 12		3 10	5 15	mA mA
Timing Error, Monostable								%
Initial Accuracy			0.5			1		%
Drift with Temperature	$R_A, R_B = 1k$ to $100k$, $C = 0.1 \mu F$, (Note 3)		50			50		ppm/°C
Accuracy over Temperature			1.5			1.5		%
Drift with Supply			0.05			0.1		%/V
Timing Error, Astable								%
Initial Accuracy			1.5			2.55		%
Drift with Temperature			50			150		ppm/°C
Accuracy over Temperature			2.5			3.0		%
Drift with Supply			0.15			0.35		%/V
Threshold Voltage			0.667			0.667		$\times V_{CC}$
Trigger Voltage	$V_{CC} = 15V$ $V_{CC} = 5V$	4.5 1.45	5 1.67	5.2 1.9		5 1.67		V V
Trigger Current			0.21	0.5		0.5	0.9	μA
Reset Voltage		0.4	0.5	1	0.4	0.5	1	V
Reset Current			0.1	0.4		0.1	0.4	mA
Threshold Current	(Note 4)		0.1	0.25		0.1	0.25	μA
Control Voltage Level	$V_{CC} = 15V$ $V_{CC} = 5V$	8.5 2.9	10 3.33	10.4 3.5	9 3.6	10 3.33	11 4	V V
Pin 7 Leakage Output High			1	100		1	100	μA
Pin 7 Sat (Note 5)								mA
Output Low	$V_{CC} = 15V, I_L = 10$ mA		150			150		mA
Output Low	$V_{CC} = 4.5V, I_L = 3.3$ mA		70	100		80	100	mA

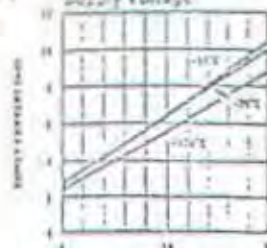
Typical Performance Characteristics

Minimum Pulse Width
Required for Triggering



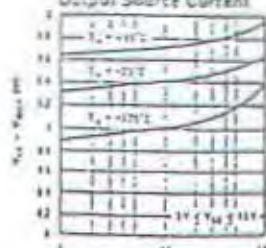
Supply Voltage = 0.5V, 1.0V, 1.5V, 2.0V, 2.5V, 3.0V, 3.5V, 4.0V, 4.5V, 5.0V, 5.5V, 6.0V, 6.5V, 7.0V, 7.5V, 8.0V, 8.5V, 9.0V, 9.5V, 10.0V

Supply Current vs.
Supply Voltage



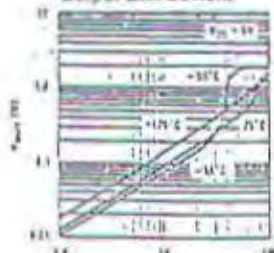
Supply Voltage = 0.5V, 1.0V, 1.5V, 2.0V, 2.5V, 3.0V, 3.5V, 4.0V, 4.5V, 5.0V, 5.5V, 6.0V, 6.5V, 7.0V, 7.5V, 8.0V, 8.5V, 9.0V, 9.5V, 10.0V

High Output Voltage vs.
Output Source Current



Supply Voltage = 0.5V, 1.0V, 1.5V, 2.0V, 2.5V, 3.0V, 3.5V, 4.0V, 4.5V, 5.0V, 5.5V, 6.0V, 6.5V, 7.0V, 7.5V, 8.0V, 8.5V, 9.0V, 9.5V, 10.0V

Low Output Voltage vs.
Output Sink Current



Supply Voltage = 0.5V, 1.0V, 1.5V, 2.0V, 2.5V, 3.0V, 3.5V, 4.0V, 4.5V, 5.0V, 5.5V, 6.0V, 6.5V, 7.0V, 7.5V, 8.0V, 8.5V, 9.0V, 9.5V, 10.0V

Low Output Voltage vs.
Output Sink Current



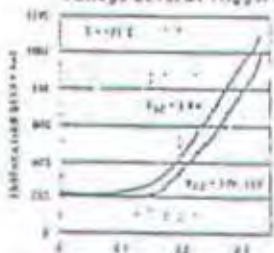
Supply Voltage = 0.5V, 1.0V, 1.5V, 2.0V, 2.5V, 3.0V, 3.5V, 4.0V, 4.5V, 5.0V, 5.5V, 6.0V, 6.5V, 7.0V, 7.5V, 8.0V, 8.5V, 9.0V, 9.5V, 10.0V

Low Output Voltage vs.
Output Sink Current



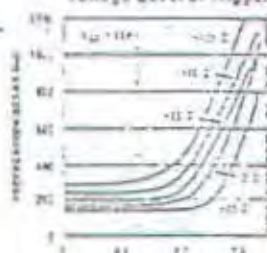
Supply Voltage = 0.5V, 1.0V, 1.5V, 2.0V, 2.5V, 3.0V, 3.5V, 4.0V, 4.5V, 5.0V, 5.5V, 6.0V, 6.5V, 7.0V, 7.5V, 8.0V, 8.5V, 9.0V, 9.5V, 10.0V

Output Propagation Delay vs.
Voltage Level of Trigger Pulse



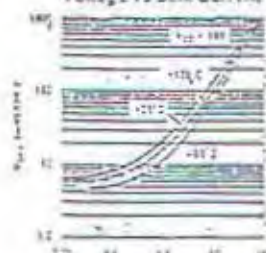
Supply Voltage = 0.5V, 1.0V, 1.5V, 2.0V, 2.5V, 3.0V, 3.5V, 4.0V, 4.5V, 5.0V, 5.5V, 6.0V, 6.5V, 7.0V, 7.5V, 8.0V, 8.5V, 9.0V, 9.5V, 10.0V

Output Propagation Delay vs.
Voltage Level of Trigger Pulse



Supply Voltage = 0.5V, 1.0V, 1.5V, 2.0V, 2.5V, 3.0V, 3.5V, 4.0V, 4.5V, 5.0V, 5.5V, 6.0V, 6.5V, 7.0V, 7.5V, 8.0V, 8.5V, 9.0V, 9.5V, 10.0V

Discharge Transistor (Pin 7)
Voltage vs. Sink Current



Supply Voltage = 0.5V, 1.0V, 1.5V, 2.0V, 2.5V, 3.0V, 3.5V, 4.0V, 4.5V, 5.0V, 5.5V, 6.0V, 6.5V, 7.0V, 7.5V, 8.0V, 8.5V, 9.0V, 9.5V, 10.0V

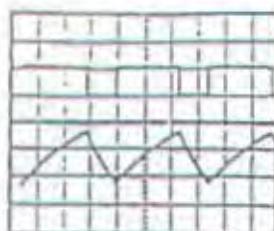
Discharge Transistor (Pin 7)
Voltage vs. Sink Current



Supply Voltage = 0.5V, 1.0V, 1.5V, 2.0V, 2.5V, 3.0V, 3.5V, 4.0V, 4.5V, 5.0V, 5.5V, 6.0V, 6.5V, 7.0V, 7.5V, 8.0V, 8.5V, 9.0V, 9.5V, 10.0V

Applications Information (Continued)

Figure 5 shows the waveforms generated in this mode of operation.



TLN7331-6

$V_{CC} = 5V$
 $TIME = 20 \mu s/DIV$
 $R_A = 3.3 k\Omega$
 $R_B = 2 k\Omega$
 $C = 0.01 \mu F$

FIGURE 5. Astable Waveforms

The charge time (output high) is given by:

$$t_1 = 0.693 (R_A + R_B) C$$

And the discharge time (output low) by:

$$t_2 = 0.693 (R_B) C$$

Thus the total period is:

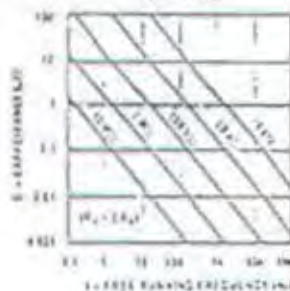
$$T = t_1 + t_2 = 0.693 (R_A + 2R_B) C$$

The frequency of oscillation is:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.44}{(R_A + 2R_B) C}$$

Figure 6 may be used for quick determination of these RC values.

The duty cycle is: $D = \frac{R_B}{R_A + 2R_B}$



TLN7331-12

FIGURE 6. Free Running Frequency

FREQUENCY DIVIDER

The monostable circuit of Figure 1 can be used as a frequency divider by adjusting the length of the timing cycle. Figure 7 shows the waveforms generated in a divide by three circuit.



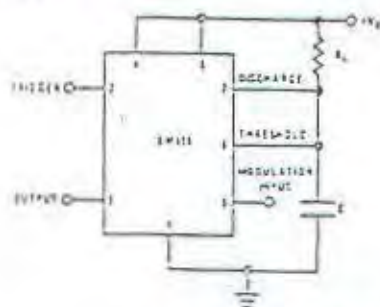
TLN7331-11

$V_{CC} = 5V$
 $TIME = 20 \mu s/DIV$
 $R_A = 3.3 k\Omega$
 $C = 0.01 \mu F$

FIGURE 7. Frequency Divider

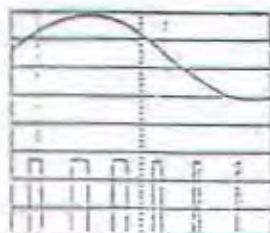
PULSE WIDTH MODULATOR

When the timer is connected in the monostable mode and triggered with a continuous pulse train, the output pulse width can be modulated by a signal applied to pin 5. Figure 8 shows the circuit, and in Figure 9 are some waveform examples.



TLN7331-13

FIGURE 8. Pulse Width Modulator



TLN7331-14

$V_{CC} = 5V$
 $TIME = 20 \mu s/DIV$
 $R_A = 3.3 k\Omega$
 $C = 0.01 \mu F$

FIGURE 9. Pulse Width Modulator

PULSE POSITION MODULATOR

This application uses the timer connected for astable operation as in Figure 10, with a modulating signal again added to the control voltage terminal. The pulse position varies with the modulating signal, since the threshold voltage and hence the time delay is varied. Figure 11 shows the waveforms generated for a triangle wave modulation signal.

Applications Information (Continued)

put high is the same as previous, $I_1 = 0.003 R_A C$. For the output low it is $I_2 =$

$$\left[(R_A R_B) / (R_A + R_B) \right] \text{ CUN } \left[\frac{R_A - 2R_B}{2R_A - R_B} \right]$$

Thus the frequency of oscillation is $f = \frac{1}{(t_1 + t_2)}$

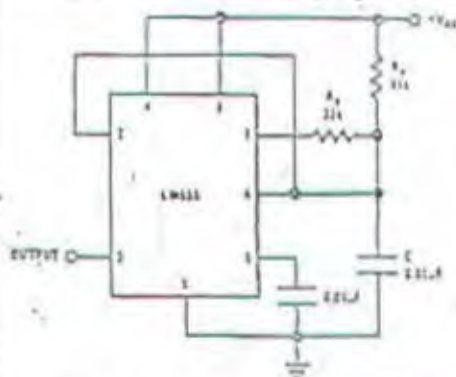


FIGURE 14. 50% Duty Cycle Oscillator

From that this circuit will not oscillate if R_B is greater than $1/2 R_A$ because the junction of R_A and R_B cannot bring pin 2 down to $1/2 V_{CC}$ and trigger the lower comparator.

ADDITIONAL INFORMATION

Adequate power supply bypassing is necessary to protect associated circuitry. Minimum recommended is 0.1 μ F in parallel with 1 μ F electrolytic.

Lower comparator storage time can be as long as 10 μ s when pin 2 is driven fully to ground for triggering. This limits the monostable pulse width to 10 μ s minimum.

Delay time reset to output is 0.47 μ s typical. Minimum reset pulse width must be 0.3 μ s, typical.

Pin 7 current switches within 30 ns of the output (pin 3) voltage.